

Diseño y código técnico en la producción de biocombustibles a partir de plantas. Un análisis desde la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg *

Desenho e código técnico na produção de biocombustíveis a partir de plantas. Um análise desde a teoria crítica da tecnologia de Andrew Feenberg

Design and Technical Code in Plant Biofuel Production. An Analysis from Andrew Feenberg's Critical Theory of Technology

Ariel Goldraj **

Este artículo aplica los conceptos de diseño y código técnico de la teoría crítica de la tecnología a la producción de biocombustibles a partir de plantas. En contraposición con la presunta neutralidad de un "hecho técnico", Andrew Feenberg sostiene en su teoría crítica que los sistemas tecnológicos contienen un sesgo que refleja una forma de racionalidad social. El cuestionamiento de Feenberg a la idea de neutralidad no refiere a la aplicación de una determinada tecnología, sino más bien a la instancia previa del diseño. El diseño es naturalizado mediante un código técnico, el cual tiende a ocultar el sesgo bajo una justificación técnica. Los biocombustibles de primera generación fueron promocionados como una solución eficaz frente al problema del agotamiento de los recursos fósiles y la necesidad de mitigar las consecuencias del cambio climático. Sin embargo, el análisis crítico revela los riesgos y las desigualdades implicadas en la adopción del diseño. Se analiza un código técnico que justifica la modalidad de producción de biocombustibles a partir de cultivos tradicionales utilizados como fuente para la producción alimentos.

153

Palabras clave: agricultura; biocombustibles; código técnico; diseño; sistemas tecnológicos

* Recepción del artículo: 05/05/2022. Entrega de la evaluación final: 06/07/2022.

** Doctor en ciencias químicas, magíster en tecnología, políticas y culturas, e ingeniero agrónomo por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina. Docente de la Facultad de Ciencias Químicas (UNC) e investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina. Correo electrónico: ariel.goldraj@unc.edu.ar. Este artículo se basa en la investigación desarrollada por el autor en su tesis de maestría, defendida el 20 de agosto de 2021 y titulada *Biología sintética y producción de biocombustibles. Un análisis del diseño y el código técnico bajo la perspectiva de la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg*.

Este trabalho aplica os conceitos de desenho e código técnico da teoria crítica da tecnologia à produção de biocombustíveis a partir de plantas. Em contraposição à presumida neutralidade de um “fato técnico”, Andrew Feenberg sustenta em sua teoria crítica que os sistemas técnicos têm um desvio que reflete a racionalidade social vigente. O questionamento de Feenberg à ideia de neutralidade não se refere à aplicação, mas a etapa previa do desenho de uma determinada tecnologia. O desenho é naturalizado por meio de um código técnico que tende a ocultar o desvio mediante uma justificação técnica. Os biocombustíveis da primeira geração foram promovidos como uma solução eficaz frente ao problema do esgotamento dos recursos fósseis e a necessidade de mitigar a mudança climática. Contudo, o análise crítico revela os riscos e as desigualdades implicadas no desenho adotado. Se investiga um código técnico que justifica a modalidade de produção de biocombustíveis a partir de cultivos tradicionais utilizados como fonte para a produção de alimentos.

Palabras-chave: agricultura; biocombustíveis; código técnico; design; sistemas tecnológicos

Based on Andrew Feenberg's Critical Theory of Technology, this article applies concepts of design and technical code to plant biofuel production. Contrary to the alleged neutrality of a “technical fact”, Feenberg posited that technical systems bear a bias reflecting a form of social rationality. Feenberg's challenge to neutrality does not refer to the application of a given technology, but rather to the design phase itself. The design is taken for granted by a technical code, which tends to hide the bias under a technical justification. First generation biofuels were promoted as an effective solution to the exhaustion of fossil fuels and the need to mitigate climate change effects. However, a critical analysis reveals the risks and inequities involved in the adopted design. A technical code justifying the design of biofuel production from crops traditionally used as a source of food is analyzed.

Keywords: agriculture; biofuels; technical code; design; technological systems

Introducción

Un campo de discusión recurrente en filosofía de la tecnología es el lugar que ocupa la política en los artefactos y en los sistemas tecnológicos, entendiendo a estos últimos como el conjunto conformado por los objetos técnicos y los ordenamientos y las prácticas sociales que ellos generan. No nos referimos aquí a la política que naturalmente emerge de manera explícita como consecuencia de los efectos beneficiosos o perjudiciales que produce la aplicación de una cierta tecnología. En cambio, nuestro análisis indaga en la hipótesis de que la política esté ya incorporada en la etapa del diseño, la cual es anterior a la etapa de aplicación de un sistema tecnológico. En esta hipótesis, los artefactos estarían provistos de ciertos atributos particulares, indicativos de que la política es en ellos un rasgo constitutivo de su propia estructura y, en consecuencia, no dependiente de su “buena” o “mala” aplicación.

La naturaleza política de los artefactos fue puesta en consideración por Winner, quien, en un ya clásico artículo, afirma:

“Ninguna idea es más provocativa en las controversias sobre tecnología y sociedad que la noción de que los objetos técnicos tienen cualidades políticas. El punto en cuestión es que las máquinas, estructuras y sistemas de la moderna cultura material puedan ser juzgadas de manera precisa no solo por su aporte a la eficiencia y la productividad y sus efectos colaterales positivos o negativos sobre el ambiente, sino también por las formas en las cuales representan formas concretas de poder y autoridad” (Winner, 1980, p. 121).

155

Lo que desafía esta afirmación es la concepción instrumentalista de la tecnología, según la cual los artefactos son objetos funcionales cuyo diseño está esencialmente regido con arreglo a leyes científicas. Por lo tanto, de acuerdo con el instrumentalismo, se trataría de objetos naturalmente desprovistos de cualquier sesgo valorativo o connotación política. Bajo esta perspectiva, los artefactos son herramientas neutrales con funciones orientadas hacia el cumplimiento de objetivos determinados, los cuales se asocian con las necesidades humanas (Feenberg, 1999, 2002).¹ El instrumentalismo acepta el hecho de que la tecnología frecuentemente está asociada con múltiples connotaciones negativas. Pero en todo caso, éstas son consecuencia del uso o aplicación particular que se haga de un artefacto y no de él en sí mismo. Bajo esta concepción, los medios y los fines de la tecnología conforman dos dimensiones

1. La teoría instrumental no aporta mayor precisión conceptual sobre aquello que designa como necesidades humanas. Como premisa general, la teoría asume que la tecnología existe para la satisfacción de estas necesidades y que esto constituye una medida del progreso. Sin embargo, como apunta Basalla (1988), la construcción de objetos tecnológicos no necesariamente responde a necesidades humanas. Es clara la necesidad de una vacuna para neutralizar una pandemia, pero no lo son, en la misma medida, los viajes para el turismo espacial. En todo caso, la definición de un problema y una consecuente necesidad será más bien una variable dependiente de cada contexto social específico. Parece evidente que el sobrentendido del carácter neutral que el instrumentalismo asigna a los artefactos también se extiende al concepto de necesidades humanas.

diferentes y separadas entre sí (Feenberg, 2002; Parente, 2010). Los artefactos son diseñados por expertos en función de un concepto de eficiencia y rendimiento estrictamente técnico, en buena medida aislado de cualquier consideración de orden contextual (Feng y Feenberg, 2008). La lógica del instrumentalismo tiene como sostén fundamental y justificativo último a la ciencia. La alta aceptación natural de esta lógica la revela como un verdadero “sentido común”, una suerte de creencia establecida que puede resumirse en la siguiente idea: la tecnología es un complemento accesorio de la ciencia. La ciencia genera conocimientos y la tecnología los transforma en aplicaciones útiles. Como producto derivado del conocimiento científico, la tecnología está entonces asociada a una suerte de “verdad objetiva” y a la idea de progreso. Por esto, más allá de sus eventuales excesos o efectos negativos, su legitimidad está mayormente fuera de discusión. La tecnología queda así a resguardo de la crítica con un argumento inveterado: se trata de la aplicación de principios o leyes objetivas surgidas a partir de un conocimiento científico.

Al restringir el componente político de los sistemas tecnológicos únicamente a los efectos derivados de su instancia de aplicación, la visión instrumental se torna autoevidente y se erige como la concepción predominante cuando se pretende relacionar la política con la tecnología. Además, obtura cualquier intento de transformación de las prácticas habituales del diseño en la tecnología moderna. A esto se refiere Winner cuando califica como provocativa la idea de que los artefactos están efectivamente imbuidos de una carga política inherente a su propio diseño. Winner piensa la política de los artefactos de una manera cercana a como la concebía Marcuse (1993); esto es, la tecnología erigida como un vehículo eficaz para el control social que los grupos dominantes de la sociedad ejercen sobre las mayorías.

156

La política como componente de los sistemas tecnológicos también ha sido abordada desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, particularmente por la corriente constructivista (Pinch y Bijker, 2012). El constructivismo sostiene que la configuración que adoptan los sistemas tecnológicos se estructura no solo en los factores de orden técnico, sino fundamentalmente en factores emergentes de la trama de intereses económicos, culturales y sociales en la que se desenvuelven los diferentes actores intervinientes en la escena de diseño. Bajo este marco teórico, el diseño de un sistema tecnológico se resuelve mediante una disputa entre diferentes alternativas en pugna. Sin embargo, el diseño resultante de esta confrontación no necesariamente es aquel que responde a la máxima eficiencia técnica, si bien este parámetro es el argumento habitual para justificarlo como alternativa triunfante. Más allá de su razonabilidad y coherencia técnica, la configuración final que adquiere un artefacto refleja los intereses particulares de los actores más fuertes en el proceso de diseño. Así, en la corriente constructivista la aproximación a la carga política de los sistemas tecnológicos se enfoca en los intentos de control de la escena del diseño por parte de los actores involucrados (Woodhouse y Patton, 2004). El análisis constructivista se ha concentrado en mayor medida en el estudio de casos empíricos específicos. La política en el diseño adquiere aquí un sentido más bien particular, sin abordar una crítica integral a la tecnología moderna como vehículo de expresión y reproducción de un sistema económico-social determinado (Feenberg, 2002).

La tesis de Winner, la visión instrumental que presupone la neutralidad de la tecnología y el constructivismo social nos interesan aquí como diferentes aproximaciones al problema general de la política al interior de los sistemas tecnológicos. Son antecedentes del concepto de código técnico que Feenberg desarrolla en su teoría crítica de la tecnología para fundamentar el carácter político del diseño y sentar las bases para un cambio tecnológico con orientación democrática (Feenberg, 2002, 2005). El examen del código técnico constituye un ejercicio reflexivo que resulta particularmente valioso por dos cuestiones fundamentales. Por un lado, ofrece la posibilidad de desarmar una herencia cultural que circunscribe el diseño tecnológico, a través de diversas justificaciones discursivas y normativas técnicas, a una cuestión de carácter puramente instrumental, desprovista de cualquier significado político. Por otro lado, contribuye a revelar configuraciones alternativas a un diseño establecido, portadoras de una carga política beneficiosa para una mayoría de usuarios, antes que para un grupo hegemónico particular.

Este artículo se estructura de la siguiente manera. En la primera parte se reconstruye la noción de diseño desde la perspectiva de Feenberg y se discuten los argumentos fundantes del concepto de código técnico. La segunda parte del trabajo examina un estudio de caso particular centrado en un problema de crucial actualidad en el desarrollo tecnológico: la búsqueda de fuentes renovables de energía capaces de disminuir el impacto del cambio climático derivado del uso de combustibles fósiles. Específicamente, aplicaremos el concepto de código técnico para revelar factores de orden político, discursivo, técnico y normativo en el desarrollo de biocombustibles obtenidos a partir de plantas, la principal materia prima utilizada para su producción en el presente.

157

1. El diseño en la teoría crítica de la tecnología

Feng y Feenberg (2008) señalan que el diseño es usualmente concebido como una actividad llevada a cabo con un objetivo determinado y que tiene un carácter intencional:

“Entendemos el diseño como el proceso consciente de fabricación de un artefacto para adaptarlo a objetivos y ámbitos específicos. Nuestro enfoque conceptualiza el diseño como un proceso a través del cual convergen consideraciones técnicas y sociales para producir artefactos que se adapten a contextos específicos” (Feng y Feenberg, 2008, p. 105).

En torno a esta definición, se abren una serie de interrogantes. ¿Cómo ocurre este proceso de convergencia entre lo técnico y lo social? ¿Hasta qué punto influyen cada uno de estos dos aspectos? Si el diseño es por definición un proceso de fabricación consciente e intencional, ¿en qué medida influye el componente social en la intención y la experticia técnica del diseñador? En principio, estos autores distinguen tres concepciones diferentes del proceso de diseño. La primera de ellas sostiene que el diseñador tiene una gran autonomía para su trabajo; en consecuencia, el acto de

diseño dependerá esencialmente de su intención y su capacidad técnica. El público general no cuenta con ninguna injerencia en el proceso y solo tiene reservado el papel pasivo de usuario de la tecnología. En esta concepción del diseño el aspecto técnico ocupa un lugar excluyente. Por supuesto, como ocurre a menudo, la puesta en funcionamiento de una determinada tecnología podría eventualmente generar conflictos o demandas sociales que cuestionen su aplicación. Pero para esta visión, el campo de aplicación de la tecnología no compete al diseñador cuyo trabajo se desarrolla “puertas adentro”, siempre con la premisa de alcanzar la máxima eficiencia en el diseño (Alexander, 2008). En función de la casi absoluta primacía del aspecto técnico, esta concepción del proceso de diseño es asociada naturalmente con la visión instrumentalista de la tecnología (Feng y Feenberg, 2008).

Una concepción alternativa del proceso de diseño propone al diseñador con un grado de autonomía más restringido que en el caso anterior. En este escenario, el diseñador debe confrontar con otros actores la configuración final que finalmente adquirirá un artefacto. El diseño dependerá entonces de un proceso de disputa y negociación entablado a partir de los intereses particulares de cada uno de los actores (Woodhouse y Patton, 2004). Aquí, la política es reconocida de manera expresa como un factor fundamental en el proceso de diseño, razón por la cual esta perspectiva está en sintonía con las tesis de la corriente constructivista (Feng y Feenberg, 2008, 2017a).

Feenberg también reconoce al proceso de diseño como una confrontación de intereses (Feenberg 1999, 2002). De hecho, recientemente ha redesignado a su teoría como constructivismo crítico (Feenberg, 2017b, 2020). No obstante, el autor distingue una diferencia significativa entre la teoría crítica y el constructivismo en su formulación original. En el constructivismo crítico, la influencia de los factores sociotécnicos sobre el diseño reconoce una dimensión mucho más abarcadora que excede al diseño de cada artefacto en particular. Esta influencia está relacionada con aquello que Feenberg (2008) designa racionalidad social.² La racionalidad social instala en todos los ámbitos de la sociedad una serie de tendencias o sesgos que no aparecen como tales; más bien aparecen como algo natural y forman parte de un sentido común que excede largamente, tanto a la experticia técnica del diseñador como a los valores e intereses propios de los actores próximos a la escena del diseño. Si los valores culturales de la época dictan una lógica común al conjunto de actores involucrados en el diseño, lo que se entiende como intención de estos actores también estará compuesto por esta impronta. A esta perspectiva, que identifica a la racionalidad social imperante como el condicionante fundamental del diseño, Feng y Feenberg (2008) la relacionan con la teoría crítica de la tecnología.

2. El concepto de racionalidad social de Feenberg se aproxima al de racionalización o racionalidad formal que introduce Weber (Feenberg, 2002, p. 65). Ambos refieren al tipo de racionalidad propia del sistema capitalista en la cual la organización y las prácticas propias del ámbito científico son proyectadas hacia toda la estructura y la dinámica institucional de la sociedad. Feenberg aclara que acuerda con Weber solo en el diagnóstico de los fundamentos del funcionamiento de las sociedades modernas en Occidente. La coincidencia no se extiende a la conclusión de Weber acerca de la inevitabilidad de este proceso. En todo caso, el concepto de racionalidad social en Feenberg se emparenta más con el concepto de reificación que postulara Gyorgy Lukács (Feenberg, 2008; Feenberg, 2011).

En resumen, la voluntad del diseñador puede tener grados variables de influencia. Pero aun en aquellos casos en donde su intención sea considerada un factor de fuerte influencia, la impronta social estará siempre presente en el proceso de diseño. La forma en que el diseñador recibió su propio entrenamiento, o los artefactos con funciones semejantes que antecedieron el objeto que se diseña en el presente, reflejarán esa huella. Dicho en otras palabras, el diseñador es un experto que tiene la impronta social incorporada en su quehacer técnico. Ahora bien, en la concepción instrumentalista, esta dimensión “extratécnica” queda en buena medida eclipsada, precisamente por la sobredeterminación de las cuestiones técnicas en el proceso de diseño. No resulta evidente ni sencillo advertir que aquello que en apariencia deriva de una racionalidad exclusivamente técnica y objetiva contiene un conjunto de valores que hacen del diseño y de la tecnología en general la resultante de un proceso de construcción social. Esto implica entonces, en contraposición a la presunta objetividad y neutralidad de un “hecho técnico”, que el diseño siempre contiene un sesgo que refleja la estructura social y la cultura imperante (Feenberg, 2005).³

En la sección siguiente, se analizará en detalle la justificación de orden técnico que tiende a ocultar la carga política del diseño. Feenberg llama “código técnico” a este procedimiento que objetiva el sesgo de la tecnología y tiende a enmascararlo bajo un argumento técnico. Los actores dominantes en la escena del diseño construyen códigos técnicos con el objetivo de preservar su posición de privilegio. La naturalización del código técnico tiende a invisibilizar los valores incorporados en el diseño; solo a través de un examen crítico los mismos pueden ser revelados y cuestionados. Así, el código técnico resulta ser una forma acabada de la racionalidad social expresada en la tecnología moderna como una racionalidad tecnológica (Feenberg, 1999, 2002, 2008, 2011).

159

2. Sesgo y código técnico

Si se asume que el diseño es el resultado de una disputa de intereses, luego la configuración que adquiera un objeto tecnológico necesariamente es portadora de un sesgo. Sin embargo, el diseño se presenta como un hecho neutral que en principio

3. A partir del concepto weberiano de racionalidad sustancial y formal aplicado en relación a los modos de organización del capitalismo en las sociedades modernas, Feenberg distingue dos clases diferentes de sesgo: el sesgo sustancial y el sesgo formal. Para comprender la naturaleza del sesgo es necesario vincularlo con el concepto de neutralidad (Feenberg, 2002, 2017a). El sesgo sustancial supone un sistema que establece diferencias esenciales entre personas; por ejemplo, por su origen étnico o sus rasgos físicos. En este caso, sesgo y neutralidad son conceptos opuestos y excluyentes. Pero en aquello que Feenberg designa como sesgo formal, existen situaciones donde sesgo y neutralidad no son conceptos excluyentes uno del otro y coexisten en un mismo sistema. Por caso, un examen para ingresar a una institución educativa es el mismo para cualquier aspirante. El examen en sí mismo es claramente neutral; sin embargo, no es apropiado afirmar que esté desprovisto de sesgo. Al ser considerado de manera aislada y no contextual, el diseño del examen podría no contemplar las diferentes herencias sociales y formaciones educativas de los aspirantes. Nada impide que éstos accedan libremente al examen, no hay un sesgo sustancial. Sin embargo, la diferente capacitación de los aspirantes, originadas en el dispar ambiente material y social del cual pudieran proceder, sí introduce un sesgo formal: el punto de partida de los distintos estudiantes para afrontar el mismo examen no es el mismo. Feenberg proyecta su análisis del sesgo formal a los sistemas técnicos: “El sesgo, en este caso no se origina en los elementos técnicos sino en las configuraciones específicas que adquieren en un mundo real, de tiempo, espacio y herencias históricas; en suma, un mundo de contingencias concretas” (Feenberg, 2002, p. 81).

160 responde a demandas lógicas de eficiencia y rendimiento, parámetros técnicos que la concepción instrumentalista asume como valores objetivos y universales, independientes de cualquier especificidad cultural (Parente, 2010).⁴ Ahora bien, lejos de ser neutral, para el constructivismo crítico la configuración del diseño conlleva una serie de valores sociales, económicos, políticos y culturales incorporados o “codificados” en los artefactos y sistemas tecnológicos (Feenberg, 2002, 2011, 2017b). Quizás la aproximación más elocuente sobre el concepto de código técnico es aquella que lo define como “la realización de un interés bajo la forma de una solución técnicamente coherente a un problema” (Feenberg, 2005, p. 114). Una vez alcanzada esa solución, el diseño de un objeto se concreta con arreglo al código técnico, el cual funciona como una norma establecida que condiciona la trayectoria tecnológica futura de los artefactos. Excepto cuando ocurren innovaciones profundas, las características técnicas básicas de un artefacto tienden a ser asumidas como premisas tácitas, sin ser sometidas a una nueva discusión en cada ocasión en que se diseñan nuevas versiones del mismo. Un ejemplo de esto es la persistencia que tuvo el uso de clorofluorocarbono (CFC) como refrigerante en los equipos de frío (Feng y Feenberg, 2008). Era un hecho consumado que todos los equipos de refrigeración utilizaran CFC para cumplir de manera eficiente su función. Sin embargo, cuando diversos grupos sociales reclamaron por el daño en la capa de ozono y por sus consecuencias negativas para la salud, el CFC comenzó a ser cuestionado hasta que finalmente dejó de utilizarse como refrigerante. Lo mismo puede argumentarse respecto a otros elementos de la vida cotidiana revelados como nocivos para la salud, como es el caso del plomo en las pinturas y en los combustibles líquidos para el transporte (Carolan, 2009a). En todos estos casos, la puesta en cuestión de la “caja negra” -aquellos aspectos técnicos que han quedado cristalizados en la configuración de los artefactos- pone de manifiesto al diseño como un fenómeno social de naturaleza contingente y flexible. El constructivismo crítico sostiene que el diseño está subdeterminado en su definición técnica; en consecuencia, es susceptible de ser modificado a través de los reclamos de actores “no técnicos” como los usuarios y el público en general (Feenberg, 2002, 2008).

En última instancia, un código técnico revela un mecanismo de ejercicio de poder mediado por la tecnología. Al no ser un mecanismo explícito, el análisis sociológico es la vía para correr el velo de los aspectos técnicos y revelar la significación política de la función de un objeto tecnológico. Ahora bien, el carácter frecuentemente oculto del sesgo no permanece invariable. Los efectos negativos que producen la imposición de una determinada tecnología exponen el sesgo del diseño y generan la resistencia de los grupos sociales afectados. De esta manera, el código técnico es puesto en cuestión y se abre una alternativa para su modificación. El análisis del código técnico se ha ensayado en diversos sistemas sociotécnicos, tales como la educación *online* (Hamilton y Feenberg,

4. El diseño de un objeto tecnológico es presentado como el más eficiente para cumplir con la función asignada. Sin embargo, Feenberg sostiene que antes que la eficiencia, lo que inicialmente está en disputa en la etapa de diseño es el sentido y el uso que se va a asignar a un objeto. La atribución de la mayor eficiencia es un acto posterior, derivado de la clausura de la disputa acerca del sentido del objeto. Así, la eficiencia aparece como una causa, pero en realidad es una consecuencia del predominio de una determinada alternativa tecnológica por sobre otras. Por supuesto, esta visión no niega la importancia de la medición técnica de la eficiencia, pero si propone que no hay un único concepto universal de eficiencia. Esta discriminación es importante porque revela los valores sociales incorporados en un objeto y despeja la apariencia de que la disputa por el diseño entre modelos alternativos es de naturaleza puramente técnica (Feenberg, 2002; Alexander, 2008).

2005), la construcción social de Internet (Flanagin, Flanagin y Flanagin, 2010), el acceso público a proyectos de innovación agrobiotecnológica (Nicolosi y Ruivenkamp, 2012) y las políticas públicas del tratamiento del mal de Alzheimer (Moreira, 2012; Feenberg, 2017b), entre otros. En la sección siguiente se examinarán los conceptos y los argumentos de la teoría crítica sobre diseño y código técnico aplicados a un caso particular: el diseño tecnológico para la producción de biocombustibles a partir de plantas. Nos enfocaremos en los aspectos de carácter sociotécnico para sostener la existencia de un código técnico en el diseño tecnológico predominante para la producción de biocombustibles.

3. El código técnico de los biocombustibles

Los biocombustibles son combustibles obtenidos a partir de biomasa; esto es, de una fuente de materia orgánica viviente o de residuos orgánicos de formación reciente (Palandri, Giner y Debnath, 2019). Para 2030 se ha estimado que la producción global de bioetanol y biodiésel, los dos biocombustibles más importantes por su volumen de producción, alcanzará los 132 y 50 billones de litros, respectivamente (FAO, 2021). Ambos tipos de biocombustible son líquidos y pueden ser utilizados en forma pura o bien en mezclas con combustibles fósiles. La energía proporcionada por los biocombustibles es empleada principalmente en el sector del transporte. Actualmente, la mayor parte del bioetanol y el biodiésel se obtienen a partir de plantas que son también cultivadas como alimentos para personas o animales: los llamados biocombustibles convencionales o de primera generación.⁵

Para el análisis del código técnico y de sus implicancias en un sistema sociotécnico, distinguiremos cuatro componentes característicos: un diseño predominante o hegemónico justificado e impuesto por los actores dominantes; un interés o sesgo inherente a ese diseño; una acción de reclamo y resistencia al diseño predominante, llevada a cabo por los usuarios afectados por el diseño impuesto; y finalmente, una serie de configuraciones o diseños alternativos al diseño predominante, que se visibilizan como resultado del reclamo. Consideraremos en detalle la contribución de cada uno de estos componentes para revelar un código técnico en el diseño imperante para producción de biocombustibles a partir de plantas.

161

3.1. El diseño predominante

El diseño para la producción sistemática de biocombustibles a partir de plantas emergió a comienzos de los años 70 del siglo pasado. Luego de un período de continuo aumento, el crecimiento de la producción experimentó un freno importante a partir de 2008. No obstante, el diseño de producción original continúa siendo largamente predominante hasta el presente.⁶ Cuando se analiza el fundamento racional que justificó la emergencia, y que aún sostiene este diseño, es posible distinguir argumentos de orden político, económico y ambiental.

5. Una reseña general acerca de las fuentes de obtención y los diferentes tipos de biocombustibles puede consultarse en Aro (2016) y en FAO (2021).

6. La emergencia y evolución histórica de la producción de biocombustibles puede consultarse en detalle en Palandri, Giner y Debnath (2019).

Entre los argumentos de orden político se consideran cuestiones relacionadas con la soberanía y la independencia de los Estados nacionales. La seguridad en materia energética es un concepto básico para cualquier país que pretenda ser soberano y económicamente independiente. Ya que los combustibles constituyen un recurso estratégico para el desarrollo, la disponibilidad de una fuente de energía renovable, alternativa a los combustibles fósiles, podría liberar a los países importadores, al menos en parte, de la dependencia de los países productores (Thompson, 2008).

Los argumentos de orden económico enfatizan la necesidad de disponer de un recurso energético renovable que permita sostener en el tiempo la producción de energía. Los combustibles fósiles, la principal fuente de energía utilizada desde el inicio de la Revolución Industrial, se encuentran en vías de agotamiento. Resulta imperioso, entonces, desarrollar una fuente renovable de producción de energía para sostener la actividad industrial. Las políticas estatales de apoyo económico a la obtención de biocombustibles a partir de plantas, así como el sostenimiento de precios mínimos y la obligatoriedad de un determinado porcentaje de uso de biocombustibles en el combustible empleado para el sector de transportes, en su momento fueron decisivas para estimular la producción y garantizar el beneficio económico del sector (Palandri *et al.*, 2019). Estas medidas contribuyeron a afianzar un modelo tecnológico de producción basado en la agricultura intensiva que garantizaba una relación óptima entre beneficios y costos. La forma más rápida y barata de producción de biocombustibles resultó ser la utilización de sistemas de cultivo bien establecidos, como el maíz y la caña de azúcar, por un lado, y la soja y la palma, por otro, plantas ricas en carbohidratos y aceites, respectivamente. Al mismo tiempo, se aprovechó la infraestructura instalada para el procesamiento industrial de la materia prima vegetal, mediante procesos de fermentación para la producción de bioetanol o reacciones de transesterificación para la producción de biodiésel (Debnath, 2019).

162

Los argumentos de orden ambiental enfatizan la creciente contaminación atmosférica y el calentamiento global. La producción y el uso de combustibles fósiles genera una continua emisión a la atmósfera de dióxido de carbono⁷ y otros gases contaminantes. Potencialmente, las altas emisiones de dióxido de carbono producidas por la quema de combustibles fósiles serían mitigadas mediante el empleo de biocombustibles. En efecto, se considera que la biomasa empleada como materia prima para la fabricación del biocombustible secuestra y almacena mediante fotosíntesis, una cantidad de dióxido de carbono atmosférico aproximadamente igual a la cantidad total emitida durante el proceso de producción y uso del biocombustible. De esto resulta que el balance final de dióxido de carbono fijado y emitido resulta neutro o bien se aproxima a esa condición (Thompson, 2008).

El modelo de producción de biocombustibles fue justificado mediante una cuidadosa fundamentación racional del problema, basada en la sustentabilidad económica, la preservación ambiental y la independencia y la seguridad nacional. Se trata de valores

7. En 1750, al comienzo de la Revolución Industrial, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera era de 280 partes por millón. En la actualidad alcanza las 418 partes por millón, lo que representa un aumento del 67% (UCSD, 2022).

universales con potencia suficiente para convocar apoyo en amplios sectores de la población. Los biocombustibles fueron difundidos como una alternativa tecnológica limpia y novedosa para obtener energía renovable de manera no contaminante. La lógica del argumento en favor de una bioeconomía sustentable constituye un estándar racional universal. Karafyllis (2003) señala que, en el discurso público, el término renovable tiene una connotación fuertemente positiva ya que se asocia con los ciclos de funcionamiento de la naturaleza, antes que con la intervención humana. Esta argumentación cumplió un rol de legitimación del diseño tecnológico predominante y contribuyó a diluir el conflicto entre grupos beneficiados y grupos perjudicados por el diseño y las consecuencias de su aplicación.

En suma, el diseño tecnológico de producción de biocombustibles se fundamentó en una diversidad de factores que lo revistieron de coherencia técnica y de una lógica en apariencia neutral. No obstante, una serie de conflictos revelaron en el diseño aquello que Feenberg (2002) llama “sesgo formal”. Como se analiza en el apartado siguiente, este sesgo produce efectos muy diferentes sobre los distintos actores implicados alrededor de la tecnología de los biocombustibles convencionales.

3.2. El sesgo en el diseño

Las controversias más importantes que han surgido en la producción de biocombustibles convencionales o de primera generación son: a) el uso para la producción de energía de plantas cultivadas como fuente de alimentos (conflicto conocido como “alimentos versus combustibles”); y b) el uso del suelo para la producción de energía. Ambas controversias ponen de manifiesto la existencia de un sesgo que demarca con claridad a sectores beneficiados y sectores perjudicados por el diseño tecnológico adoptado.

163

3.2.1. *Uso alternativo de plantas cultivadas como alimento*

El uso de plantas cultivadas como alimento para la producción de biocombustibles es la objeción más importante contra los biocombustibles convencionales. Las plantas cultivadas son la fuente principal de alimentos para humanos y animales; en consecuencia, su uso para la producción de energía influye en la cantidad total de alimentos producidos. Más allá de esto, el contraste de algunos datos técnicos revela ciertas debilidades intrínsecas del argumento en favor de esta modalidad para la producción de biocombustibles. En Estados Unidos, primer productor mundial de bioetanol (FAO, 2021), el cultivo de maíz -principal materia prima para la fabricación del bioetanol- es altamente intensivo y su producción requiere un gran gasto de energía convencional en el uso de maquinaria, fertilizantes, herbicidas, pesticidas y otros insumos. En promedio, se necesita 1 Btu⁸ de combustible fósil para producir 1,3 Btu de bioetanol a partir de maíz (Thompson, 2008; Wenz, 2009). Estas condiciones de producción desafían el argumento que sostiene que los cultivos de plantas constituyen una fuente renovable de energía, ya que se requiere más de 75% de energía en forma no renovable para producir bioetanol a partir de maíz. Por otra parte, el diseño tecnológico que concibe la producción de alimentos y energía a partir de la misma materia prima tiene también implicancias de orden ético. Por ejemplo, un vehículo

8. Btu (*British thermal unit*) es una unidad de medida de energía.

utilitario-deportivo con una capacidad máxima de hasta 95 litros de combustible, necesita el equivalente de 200 kg de maíz en forma de bioetanol. Esa misma masa de granos contiene las calorías necesarias para alimentar a una persona durante un año (Gamborg, Millar, Shortall, y Sandøe, 2012). En cualquier caso, se vuelve evidente que, aun desarrollando al máximo la producción de biocombustibles, el reemplazo de la energía fósil no alcanzaría a ser cubierto o siquiera mitigado de manera efectiva, al menos en el corto o mediano plazo (Wenz, 2009; Gomiero, 2015).

Parece razonable entonces, frente al dilema del agotamiento de la energía convencional y el cambio climático, el argumento de que los biocombustibles convencionales conforman solo una parte de un paquete de soluciones que necesariamente debe contar con otras alternativas. A pesar de haber sido considerados como una solución global, necesaria, racional y eficiente, los efectos ambientales y sociales causados por la producción de biocombustibles convencionales revelan un diseño tecnológico sesgado, impuesto por un grupo de actores dominantes en beneficio de sus intereses particulares.

3.2.2. *Uso alternativo del suelo*

Otra controversia importante en la modalidad de producción de biocombustibles de primera generación surge a partir del espacio finito disponible para la agricultura en el planeta. El desvío de granos utilizados como alimento hacia la producción de bioenergía tuvo como consecuencia la incorporación de nuevas áreas para cultivos, bien para compensar la disminución en la superficie de producción de alimentos o para la producción directa de biocombustibles. La continua expansión de la frontera agrícola implicó la deforestación de vastas zonas naturales. Como se menciona más arriba, aunque la emisión neta no sea estrictamente nula, potencialmente los biocombustibles generan en la atmósfera menos dióxido de carbono que los combustibles fósiles. No obstante, el beneficio ambiental específico es cuestionado por varios autores que señalan como un factor crucial al diseño adoptado para la producción de biocombustibles (Mudge, 2008; Carolan, 2009b). La deforestación de áreas naturales para la producción de biocombustibles genera un extraordinario aumento en la emisión de dióxido de carbono, a partir de la combustión de la materia orgánica almacenada en la biomasa y en el suelo de montes y bosques. Esto crea un fuerte desbalance entre el carbono liberado hacia la atmósfera y el carbono capturado en la superficie terrestre mediante fotosíntesis. Dependiendo de las características ecológicas de la región deforestada, este desbalance puede demorar entre 17 y 423 años en ser equilibrado nuevamente (Fargione, Hill, Tilman, Polasky y Hawthorne, 2008). Esta ha sido una característica particularmente notable, por ejemplo, en regiones selváticas del sudeste asiático, deforestadas para la producción de biodiésel a partir del aceite de palma (Shortall, 2019).⁹

9. Por ejemplo, en selvas tropicales del sudeste asiático deforestadas para la producción de biodiésel, la recuperación del equilibrio de carbono podría insumir aproximadamente entre 300 y 400 años. En el centro y sureste de Brasil, en las regiones del Cerrado, deforestadas para la producción de bioetanol, el equilibrio se restablecería en un período de 17 a 37 años. En cambio, la producción de biocombustibles en terrenos marginales y praderas que no se utilizan para la agricultura requiere un año o menos para alcanzar un balance neutro de flujo de carbono (Fargione *et al.*, 2008).

La incorporación de nuevas tierras para cultivo, impulsada por el rápido crecimiento de los biocombustibles durante la década del 2000, produjo graves consecuencias ambientales y sociales. Aumentó el desplazamiento de comunidades campesinas ancestralmente afincadas en zonas que, en principio, fueron consideradas marginales para la producción agrícola intensiva. Esto motivó no solo la pérdida del hábitat ancestral de vivienda y subsistencia, sino también de los valores culturales propios de estas comunidades. La deforestación también provocó una seria amenaza ecológica por la pérdida de biodiversidad en la flora y la fauna de las zonas afectadas (Gomiero, Paoletti y Pimentel, 2010; Gamborg *et al.*, 2012).

En resumen, la deforestación llevada a cabo con el objetivo de incorporar nuevas áreas para la producción de bioenergía puede desencadenar en sí misma emisiones excepcionales de dióxido de carbono durante largos períodos. Estas emisiones pueden ser aún mucho mayores que las causadas por el uso directo de combustibles fósiles como fuente de energía. Al igual que el empleo alternativo de plantas utilizadas como alimento, el uso alternativo del suelo para la producción de bioenergía revela que, a pesar del presunto beneficio global, el diseño tecnológico para la producción de biocombustibles dista de ser neutral.

3.3. La resistencia al código técnico predominante

Durante 2008, un aumento generalizado en el precio de alimentos básicos, generó importantes protestas en varios países. Si bien existen discrepancias respecto al mecanismo mediante el cual un aumento en la producción de biocombustibles contribuye al aumento en el precio de alimentos, sí existe un consenso acerca de la correlación positiva entre ambas variables (Nuffield Council on Bioethics, 2011). La resistencia de los sectores perjudicados fue un componente crucial en el cuestionamiento al diseño de producción predominante. Esto se tradujo en una mayor toma de conciencia sobre los riesgos implicados y una posterior desaceleración del crecimiento de la producción de biocombustibles convencionales (Palandri *et al.*, 2019).

El diseño de producción de biocombustibles a través de la agricultura segmenta grupos con intereses claramente contrapuestos. Por una parte, un grupo representado por corporaciones propietarias de grandes superficies de producción. Estos grupos fueron asistidos en muchos casos por estados nacionales, interesados en consolidar un sistema agrícola generador de excedentes para la exportación o bien en la promoción de los biocombustibles como instrumento para el desarrollo rural. Para este sector los biocombustibles representaron una gran oportunidad para consolidar un modelo de agricultura intensiva, con ganancias garantizadas en el corto plazo (Carolan, 2010; Palandri *et al.*, 2019; Debnath, 2019). Por otra parte, en la vereda opuesta a los grupos beneficiados por el diseño de producción se encuentran sectores populares y campesinos con intereses contrapuestos con los de los grandes propietarios. Estos sectores cuentan con unidades de producción más pequeñas, pero de gran importancia en las economías locales y regionales.

La posibilidad de modificar la trayectoria de un proceso tecnológico a través de la resistencia de los grupos desfavorecidos es lo que confiere flexibilidad al proceso de diseño (Feenberg, 1999, 2002). A pesar de que los biocombustibles de primera

generación son todavía el modo de producción predominante, la resistencia de los sectores perjudicados contribuyó de manera fundamental a un cambio en la concepción de lo que es una fuente de energía renovable. El caso de los biocombustibles resulta representativo del rol de las intervenciones democráticas en el proceso de diseño (Feenberg, 2017b). El cuestionamiento y la resistencia de los sectores perjudicados al código técnico imperante han sido decisivos para considerar diseños alternativos al actual para la producción de biocombustibles.

3.4. Diseños alternativos para la producción de biocombustibles

Dos factores contribuyeron a cuestionar el diseño de producción de biocombustibles a partir de cultivos utilizados como fuente de alimentos. Primero, como se indica más arriba, la resistencia activa de los actores directamente perjudicados (Gomiero *et al.*, 2010). En segundo lugar, las reservas y advertencias provenientes del ámbito académico y científico respecto a la viabilidad de los biocombustibles convencionales como reemplazo de los combustibles fósiles (Mudge, 2008; Thompson, 2008; Gomiero, 2015). Ambos factores direccionaron la atención hacia diseños tecnológicos alternativos para la producción de bioenergía. En la actualidad, estas alternativas son esencialmente de tres tipos: biocombustibles de segunda, tercera y cuarta generación. Limitaremos nuestra discusión a los biocombustibles de segunda generación, ya que constituyen al presente una alternativa técnica factible de implementar en el corto plazo. Aunque con perspectivas promisorias, los biocombustibles de tercera generación, obtenidos a partir de algas, y los de cuarta generación, desarrollados mediante biología sintética, se encuentran mayoritariamente en una fase de experimentación y no serán discutidos en este trabajo (Aro, 2016).

166

Los llamados biocombustibles lignocelulósicos o de segunda generación presentan tres ventajas relevantes respecto a los biocombustibles convencionales. Primero, son producidos a partir de plantas que no son utilizadas como alimento para personas o animales. Segundo, si bien tienen una serie de requerimientos nutricionales básicos, estas plantas no necesitan de terrenos con los niveles de fertilidad que sí demandan los cultivos utilizados para la producción de alimentos. Tercero, la totalidad de la planta, y no solo una parte de ella, como es en el caso de los biocombustibles convencionales, puede ser aprovechada como materia prima para la obtención de bioenergía. Tilman *et al.* (2009) han propuesto incentivar mediante políticas públicas cinco vías de producción de biocombustibles a partir de plantas: a) el cultivo de plantas perennes como *Panicum* y *Miscanthus* para la producción de bioetanol, o de *Jatropha* para la producción de biodiésel, especies que no se cultivan para producir alimentos y crecen en suelos degradados y de escasa fertilidad; b) el uso de los residuos remanentes posteriores a la cosecha de cultivos extensivos, como el maíz, el trigo y el arroz; c) el aprovechamiento de los residuos de la explotación forestal; d) el uso de residuos municipales e industriales; y e) la práctica de una alternancia espacial y/o estacional entre los cultivos destinados a la producción de alimentos y aquellos destinados a la producción de energía.

En principio, estas alternativas revelan un diseño de producción superador respecto a los principales problemas que tienen los biocombustibles de primera generación. Sin embargo, existe una serie de objeciones importantes a considerar. En primer lugar,

la fuente principal de los azúcares necesarios para la producción de bioetanol. En los biocombustibles convencionales, estos compuestos son el almidón y la sacarosa, extraídos del grano de maíz o trigo y de la caña de azúcar, respectivamente. En el caso de los biocombustibles de segunda generación, las fuentes de azúcares son la celulosa y la lignina, dos compuestos que se cuentan entre los más abundantes de la naturaleza y que son los componentes principales de la pared de las células vegetales. Ya que se trata de polisacáridos muy resistentes y que se presentan mezclados con otros compuestos naturales, la extracción y el procesamiento de celulosa y lignina es más compleja que la del almidón y la sacarosa. Este aspecto encarece considerablemente el proceso industrial para la obtención del bioetanol, ya que es necesario un procesamiento térmico, químico y bioquímico para liberar los azúcares de otros componentes antes de proceder a la fermentación para la obtención de bioetanol (Bosworth, 2015). En segundo lugar, aun las plantas perennes cultivadas específicamente para la producción de bioenergía, crecen mejor y producen mayor cantidad de biomasa a medida que aumenta la fertilidad del suelo. De manera que no quedaría completamente despejada la eventual competencia por los mejores suelos entre las plantas cultivadas para alimentación y las cultivadas específicamente para producir energía. En tercer lugar, las tierras consideradas marginales para la agricultura albergan comunidades humanas y una flora y fauna cuyo desplazamiento acarrearía situaciones similares a las causadas por la producción de biocombustibles convencionales (Shortall, 2019). Finalmente, los residuos o el desperdicio de la cosecha no necesariamente son siempre descartados; por el contrario, suelen utilizarse para fabricar compost y otros fertilizantes naturales, o bien son dejados en el mismo terreno, para proteger el suelo de la erosión y preservar su fertilidad (Gomiero *et al.*, 2010; Gamborg *et al.*, 2012). Esto significa que, en principio, este material de desecho ya cuenta con una utilidad previamente asignada que competiría con la producción de biocombustibles lignocelulósicos.

167

Los reclamos de los sectores afectados por un determinado diseño tecnológico constituyen una vía democrática capaz de limitar aquello que Feenberg (2005, p. 114) denomina “autonomía operativa de los sectores dominantes”. Al mismo tiempo se erigen como un mecanismo de modificación de los códigos técnicos que estos mismos sectores imponen. Si bien las alternativas propuestas por Tilman *et al.* (2010) tomarían más sustentable la producción de biocombustibles, no necesariamente introducen cambios en otros aspectos cuestionables del diseño tecnológico. Mientras la agricultura esté basada en un modelo productivo que sostenga como variable excluyente la eficiencia, y a su vez esta sea entendida unívocamente, como la extracción del máximo beneficio de los recursos disponibles, los problemas propios de los biocombustibles convencionales volverán a repetirse con los biocombustibles de segunda generación (Gomiero *et al.*, 2010; Gamborg *et al.*, 2012). Para evitar la repetición de estos conflictos, será indispensable incluir en la etapa del diseño a los actores directamente afectados por la producción de energía mediante el cultivo de plantas.

4. La naturaleza política del diseño de objetos tecnológicos

En la primera parte de este trabajo hemos hecho una reconstrucción de las nociones de diseño y código técnico, dos conceptos fundamentales en la teoría crítica de la

tecnología formulada por Feenberg. Este autor sostiene que los objetos tecnológicos no son neutrales; por el contrario, llevan inscrito en su diseño una carga política que refleja los valores sociales y los intereses hegemónicos imperantes en cada época histórica. Si la política queda materializada en el diseño, luego la tecnología se erige como un vehículo eficaz para la realización de estos intereses. En la etapa de diseño, los grupos dominantes imponen una configuración material sesgada que garantiza el mantenimiento de su posición de privilegio. Pero este sesgo no se manifiesta de manera explícita; queda más bien objetivado en un conjunto de conceptos y normas que justifican el diseño adoptado como el más eficiente desde el punto de vista técnico. Esta operación de objetivación del sesgo en el diseño de los objetos y sistemas tecnológicos es lo que Feenberg (2005) llama “código técnico”.

En las últimas décadas, la filosofía de la tecnología se ha interrogado en forma creciente sobre la naturaleza de los objetos tecnológicos. Una buena parte de estas discusiones han tenido como referencia al Programa de la Naturaleza Dual de los artefactos (Kroes y Meijers, 2006; Kroes, 2012). Bajo este marco teórico, los objetos tecnológicos son considerados objetos híbridos conformados por una doble naturaleza: materia e intención. Por una parte, los artefactos son entidades materiales con una existencia física definida. Por otro lado, los artefactos están diseñados y contruidos en forma intencional, orientados hacia el cumplimiento de propósitos específicos. Resulta interesante ensayar una aproximación entre el Programa de la Naturaleza Dual, enfocado en una definición ontológica, y la teoría crítica, enfocada en una definición sociotécnica de los objetos tecnológicos. En relación a la descripción de la naturaleza de los artefactos, ¿sería válido hablar de un posible tercer componente representado por la carga política en el diseño, aquello que Feenberg llama “código técnico”? Sostenemos que la inclusión de este elemento en la caracterización de los objetos tecnológicos permitiría una descripción más acabada de los mismos. Podemos fundamentar esta idea interpretando las palabras del propio Feenberg cuando explica la influencia de lo social en el “contenido” de un artefacto “el contexto no es solo un factor externo a la tecnología, sino que realmente penetra en su misma racionalidad, trasladando los requerimientos sociales a las mismas funciones del artefacto” (Feenberg, 2017b, p. 46). Más aún, siguiendo la perspectiva analítica trazada por Feenberg, ignorar la existencia de la carga política en la constitución de los artefactos implicaría una forma de aceptación del carácter instrumental de la tecnología. También podría sostenerse que, si bien la carga política forma parte de los objetos tecnológicos, esto no justificaría su inclusión como un atributo ontológico especial que resulte necesario para describir la esencia de dichos objetos. Siguiendo esta línea de argumentación, el contenido político ya se encontraría incluido en el componente intencional que caracteriza a los artefactos. Sin embargo, un razonamiento en esa dirección asumiría al proceso de diseño como una operación enteramente racional e individual, aislada de toda incidencia proveniente del contexto social en el que acontece dicho proceso. Precisamente el argumento de Feenberg es que hay un conjunto de valores naturalizados que, por su carácter de tales, se incorporan en el diseño mediante un proceso que no es necesariamente reflexivo. Se trata, para utilizar un lenguaje propio de la dialéctica de Lukács y la teoría crítica, de aquellos valores que están reificados (Feenberg, 2014). En consecuencia, su impronta en los artefactos técnicos no responde a elecciones plenamente conscientes ni mucho menos intencionales. En todo caso, es necesario recurrir a un examen crítico de naturaleza

sociotécnica para hacer evidentes aquellos valores, encriptados o no revelados abiertamente, que los artefactos exhiben en sus códigos técnicos. Para dar cuenta entonces del carácter político de los artefactos, proponemos conciliar el Programa de la Naturaleza Dual con la teoría crítica y describir a los objetos tecnológicos como entidades materiales diseñadas de manera intencional y que conllevan en su estructura y en su funcionamiento una carga de valores naturalizados que reflejan el orden social vigente.

5. La trayectoria tecnológica de los biocombustibles en el marco de la teoría crítica

Empleando las herramientas conceptuales que proporciona la teoría crítica, la segunda parte de este trabajo ha procurado ensayar un análisis sociotécnico de los biocombustibles producidos a partir de plantas. Los biocombustibles han sido promocionados como una solución eficaz, tanto para el problema del agotamiento de los recursos fósiles, como para mitigar las consecuencias del cambio climático. Sin embargo, un examen detallado de la modalidad de producción de biocombustibles de primera generación, pone de manifiesto los riesgos y desigualdades implicados en la adopción de ese diseño. Proponemos la existencia de un código técnico que justifica el diseño actual de producción de biocombustibles, basado en el uso de cultivos empleados desde tiempos ancestrales para la producción de alimentos. A través de una amplia justificación en los aspectos técnico, económico, político y ambiental, el diseño fue presentado como prioritario para dar respuesta a necesidades apremiantes y con beneficios compartidos por amplios sectores sociales. Sin embargo, la modalidad de producción de biocombustibles de primera generación no contempla los intereses de los actores subordinados, los cuales no tienen participación formal en el proceso de diseño.

169

En vez de concebir a los biocombustibles como un mercado que amenazaba a la industria convencional del petróleo, y a sabiendas del agotamiento irreversible de las reservas fósiles, las grandes corporaciones del negocio del petróleo y también los complejos agroindustriales buscaron asegurarse un lugar dominante en el mercado y obtuvieron fuertes beneficios con el diseño de producción de biocombustibles de primera generación. Los Estados nacionales también jugaron un papel decisivo en la consolidación de este diseño al crear y proteger el mercado de los biocombustibles en el último tercio del siglo pasado, con lo cual garantizaban la producción y la demanda a futuro (Carolan, 2010).

La crisis en el precio de los alimentos que estalla en 2008 marcó un punto de inflexión a partir del cual la producción de biocombustibles experimentó un importante freno. La resistencia de comunidades campesinas desplazadas y clases populares rurales y urbanas, cuya alimentación depende de manera crítica de insumos básicos de la agricultura, forzó un cuestionamiento del diseño de producción adoptado. En paralelo, un calificado grupo de voces académicas, agencias internacionales y grupos ambientalistas, advirtió acerca de las graves consecuencias que acarrearía el aumento indiscriminado en la producción de biocombustibles de primera generación. La participación conjunta de organizaciones populares y voces académicas conforman

un sustrato potente para el replanteo del diseño y el código técnico imperantes. Lo que en principio aparece como una mejora surgida de la racionalidad de los expertos, en realidad fue impulsado por el reclamo de los sectores perjudicados por el diseño y los efectos de su aplicación masiva. El cambio del código técnico impulsado por este reclamo revela el rol de las intervenciones democráticas en la resistencia al sesgo del diseño (Feenberg, 2005). También pone de manifiesto el carácter social de la tecnología la cual es reestructurada continuamente por las demandas sociales. Feenberg relaciona esto con un modelo de progreso verdadero que las sociedades humanas puedan ser capaces de construir:

“Los códigos técnicos tecnocráticos son puestos en cuestión en este tipo de disputas. Como algo ‘racional’, la tecnología se expresa como una aparente inevitabilidad. Está asumido que los mecanismos y sistemas hacen lo que hacen debido a lo que ‘son’. Esta es la peligrosa tautología de la ilusión de la tecnología. Para crear un espacio para la agencia, los ciudadanos involucrados en la técnica deben luchar para superar esta ilusión y restaurar la conciencia de la contingencia como parte del dominio técnico. La misma definición de lo que es el progreso está en juego en esta lucha” (Feenberg, 2017b, p. 655).

No obstante los conflictos generados a partir de la producción de biocombustibles convencionales, los diseños alternativos al modelo vigente aún no han logrado imponerse. En la actualidad, la generación de energía para el transporte a partir de biocombustibles de primera generación continúa siendo la principal alternativa a los combustibles fósiles. Más allá del modelo que se adopte para la producción de energía en el futuro, una concepción de la tecnología como un fenómeno social, antes que puramente técnico, requerirá la necesaria participación de las organizaciones populares en la propia etapa del diseño.

170

Bibliografía

- Alexander, K. (2008). *The mantra of efficiency. From Waterwheel to Social Control*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Aro, E.-M. (2016). From first generation biofuels to advanced solar biofuels. *Ambio* 45(Suppl. 1), S24–S31.
- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Bosworth, C. (2015). Perennial grass biomass production and utilization En A. Dahiya (Ed.), *Bioenergy. Biomass to Biofuels* (73-87). Londres: Elsevier.
- Carolan, M. (2009a). Ethanol versus Gasoline: The contestation and closure of a socio-technical system in the USA. *Social Studies of Science* 2009(39), 421-448.

Carolan, M. (2009b). The costs and benefits of biofuels: a review of recent peer-reviewed research and a sociological look ahead. *Environmental Practice*, 11, 17-24.

Carolan, M. (2010). Ethanol's most recent breakthrough in the United States: A case of socio-technical transition. *Technology in Society*, 32(2), 65-71.

Debnath, D. (2019). From biomass to biofuel economics. En D. Debnath & S. Chandra Babu (Eds.), *Biofuels, Bioenergy and Food Security. Technology, Institutions and Policies* (45-66). Londres-Oxford-Cambridge-San Diego: Academic Press-Elsevier.

FAO (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/cb5332en/Biofuels.pdf>.

Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. & Hawthorne, P. (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*, 319, 1235-1238.

Feenberg, A. (1999). *Questioning Technology*. Londres & Nueva York: Routledge.

Feenberg, A. (2002). *Transforming technology: a critical theory revisited*. Nueva York: Oxford University Press.

Feenberg, A. (2005). Teoría crítica de la tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, 2(5), 109-123. Recuperado de: <http://www.revistacts.net/contenido/numero-5/teoria-critica-de-la-tecnologia/>.

Feenberg, A. (2008). From critical theory of technology to the rational critique of rationality. *Social Epistemology*, 22, 5-28.

Feenberg, A. (2011). Modernity, technology and the forms of rationality. *Philosophy Compass*, 6/12, 865–873.

Feenberg, A. (2014). *The Philosophy of Praxis. Marx, Lukács, and the Frankfurt School*. Londres-Nueva York: Verso.

Feenberg, A. (2017a). Critical theory of technology and STS. *Thesis Eleven*, 138(1), 3-12.

Feenberg, A. (2017b). *Technosystem. The social life of reason*. Cambridge: Harvard University Press.

Feenberg, A. (2020). Critical constructivism: an exposition and defense. *Logos: a journal of modern society and culture* 19 (2). Recuperado de: <http://logosjournal.com/>.

Feng, P. & Feenberg, A. (2008). Thinking about design. *Critical theory of technology and the design process*. En P. E. Vermaas, P. Kroes, A. Light & S. A. Moore (Eds.), *Philosophy and Design. From Engineering to Architecture* (105-118). Países Bajos: Springer.

Flanagin, A., Flanagin, C. & Flanagin, J. (2010). Technical code and the social construction of the internet. *New Media & Society*, 12(2), 179-196.

Gamborg, C., Millar, K., Shortall, O. & Sandøe, P. (2012). Bioenergy and land use: Framing the ethical debate. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 25(6), 909-925.

Gomiero, T., Paoletti, M. & Pimentel, D. (2010). Biofuels: efficiency, ethics, and limits to human appropriation of ecosystem services. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 23(5), 403-434.

Gomiero, T. (2015). Are biofuels an effective and viable energy strategy for industrialized societies? A reasoned overview of potentials and limits. *Sustainability*, 7, 8491-8521.

Hamilton, E. & Feenberg, A. (2005). The Technical Codes of Online Education. *Techné*, 9(1), 97-123.

Karafyllis, N. (2003). Renewable resources and the idea of nature – What has biotechnology got to do with it? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 16(1), 3-28.

Kroes, P. & Meijers, A. (2006). The dual nature of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science*, 37, 1-4.

172

Kroes, P. (2012) *Technical artefacts: creations of mind and matter. A philosophy of engineering design*. Dordrecht: Springer.

Marcuse, H. (1993). *El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. Barcelona: Planeta-De Agostini.

Moreira, T. (2012). Health Care Standards and the Politics of Singularities: Shifting In and Out of Context. *Science, Technology & Human Values*, 37(4), 307–331.

Mudge, S. (2008). Is the use of biofuels environmentally sound or ethical? *Journal of Environmental Monitoring*, 10, 701-702.

Nicolosi, G. & Ruivenkamp G. (2013). Re-skilling the Social Practices: Open Source and Life–Towards a Commons-Based Peer Production in Agro-biotechnology? *Science and Engineering Ethics*, 19(3), 1181-1200.

Nuffield Council on Bioethics (2011). *Biofuels: Ethical issues*. Oxfordshire: Nuffield Press. Recuperado de: <https://www.nuffieldbioethics.org/publications/biofuels>.

Palandri, C., Giner, C. & Debnath, D. (2019). Technology, policy, and institutional Options. En D. Debnath & S. Chandra Babu (Eds.), *Biofuels, Bioenergy and Food Security. Technology, Institutions and Policies* (24-41). Londres, Oxford, Cambridge & San Diego: Elsevier.

Parente, D. (2010). Del órgano al artefacto: acerca de la dimensión biocultural de la técnica. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Pinch T. & Bijker, W (2012). The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. En W. Bijker, T. Hughes & T. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (11-44). Cambridge: The MIT Press.

Shortall, O. (2019) *Agricultural Sciences and Ethical Controversies of Biofuels*. En D. Kaplan & P. B. Thompson (Eds.), *Encyclopedia of food and agricultural ethics* (84-90). Dordrecht: Springer.

Thompson, P. (2008). The agricultural ethics of biofuels: a first look. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21, 183-198.

Tilman, D. *et al.* (2009). Beneficial biofuels-The food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325, 270-271.

UCSD (2022). The Keeling Curve. Recuperado de: <https://keelingcurve.ucsd.edu>.

Wenz, P. (2009). Energy. En J. Callicott & R. Frodeman (Eds.), *Encyclopedia of Environmental Ethics and Philosophy* (305-309). Farmington Hills: MacMillan.

Winner, L. (1980). Do Artifacts Have Politics? *Daedalus*, 109(1), 121-136.

173

Woodhouse, E. & Patton, J. (2004). Introduction: design by society: science and technology studies and the social shaping of design, *Des. Issues*, 20(3), 1–12.