

FUTUROS CERO NETO MÁS QUE HUMANOS: DISEÑO PARTICIPATIVO DISRUPTIVO PARA UN PLANETA SOSTENIBLE Y EQUITATIVO

MORE-THAN-HUMAN NET ZERO FUTURES: DISRUPTIVE PARTICIPATORY DESIGN FOR A SUSTAINABLE EQUITABLE PLANET

MICHAEL STEAD

SCHOOL OF DESIGN, IMAGINATION DESIGN RESEARCH LAB, LANCASTER UNIVERSITY, LANCASTER, UNITED KINGDOM

RECIBIDO: 23 DE JULIO DE 2024 // ACEPTADO: 13 DE AGOSTO DE 2024 • RECEIVED: JULY 23, 2024 // ACCEPTED: AUGUST 13, 2024

DESDE LA INDUSTRIA HASTA EL MUNDO ACADÉMICO, PASANDO POR LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS, GRAN PARTE DEL DISCURSO PREDOMINANTE SOBRE LA SOSTENIBILIDAD SE CENTRA EN LA TRANSICIÓN HACIA EL LLAMADO “FUTURO CERO NETO”. ESTA VISIÓN SE CENTRA EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO PROVOCADO POR EL HOMBRE MEDIANTE LA DESCARBONIZACIÓN DE LA SOCIEDAD INDUSTRIAL, PRINCIPALMENTE A TRAVÉS DE UNA MAYOR INNOVACIÓN Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES. ESTE ARTÍCULO ARGUMENTA QUE LA INVESTIGACIÓN EN DISEÑO DEBE ALEJARSE DE ESTAS NARRATIVAS REDUCCIONISTAS Y SOLUCIONISTAS, Y DESARROLLAR UN ENFOQUE DISRUPTIVO E INCLUSIVO PARA EL DISEÑO DE FUTUROS CERO NETOS. EN RESPUESTA A LA COMPLEJIDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO, ESTE ARTÍCULO PROPONE UN NUEVO MARCO CONCEPTUAL QUE AYUDE A LOS PROFESIONALES DEL DISEÑO A DESAFIAR EL INSOSTENIBLE STATU QUO TECNOCÉNTRICO. BASADO EN UNA CONFLUENCIA DE MÉTODOS ESPECULATIVOS, PARTICIPATIVOS Y CENTRADOS MÁS QUE EN EL SER HUMANO, EL DOCUMENTO DESCRIBE CÓMO ESTE ENFOQUE PUEDE ESTIMULAR UNA ESTRECHA COLABORACIÓN ENTRE DISEÑADORES Y REDES DE PARTES INTERESADAS.

PALABRAS CLAVE: SOSTENIBILIDAD DISRUPTIVA, DISEÑO CENTRADO MÁS QUE EN EL SER HUMANO, INFRAESTRUCTURAS DE RED CERO, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, FUTURIZAR PARTICIPATIVAMENTE

FROM INDUSTRY THROUGH POLICYMAKING TO ACADEMIA, MUCH PREVAILING SUSTAINABILITY DISCOURSE FOCUSES ON TRANSITIONING TO A SO-CALLED ‘NET ZERO FUTURE’. CENTRAL TO THIS VISION IS MITIGATION OF HUMAN-DRIVEN CLIMATE CHANGE THROUGH THE DECARBONISATION OF INDUSTRIAL SOCIETY, PRINCIPALLY VIA INCREASED INNOVATION AND ADOPTION OF EMERGENT TECHNOLOGIES. THIS PAPER ARGUES DESIGN RESEARCH MUST PIVOT FROM THESE REDUCTIVE, SOLUTIONIST NARRATIVES, AND DEVELOP A DISRUPTIVE YET INCLUSIVE APPROACH TOWARDS DESIGNING FOR NET ZERO. IN RESPONSE TO THE COMPLEXITY OF CLIMATE CHANGE, THIS PAPER PROPOSES A NOVEL CONCEPTUAL FRAME THAT HELPS DESIGNER-PRACTITIONERS TO CHALLENGE THE UNSUSTAINABLE TECHNOCENTRIC STATUS QUO. BUILT UPON A CONFLUENCE OF SPECULATIVE, PARTICIPATORY AND MORE-THAN-HUMAN-CENTRED METHODS, THE PAPER OUTLINES HOW THIS APPROACH CAN STIMULATE CLOSE COLLABORATION BETWEEN DESIGNERS AND STAKEHOLDER NETWORKS. THE PAPER ASSERTS THAT, THROUGH THIS SCAFFOLD, DESIGNER-PRACTITIONERS CAN REIMAGINE RESPONSIBLE TECHNOLOGICAL NET ZERO FUTURES WHICH ARE INHERENTLY MORE-THAN-HUMAN, THAT IS, SUSTAINABLE AND EQUITABLE FOR OUR PLANET’S HUMAN AND NON-HUMAN STAKEHOLDERS ALIKE.

KEYWORDS: DISRUPTIVE SUSTAINABILITY, MORE-THAN-HUMAN-CENTRED DESIGN, NET ZERO INFRASTRUCTURES, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, PARTICIPATORY FUTURING



1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad moderna, se está avanzando en un rico tapiz de métodos y prácticas interrelacionados de investigación del diseño para acelerar las transiciones ambientalmente responsables. El objetivo colectivo es llevarnos más allá de nuestro paradigma insostenible, el *Antropoceno* (Galloway, 2017). Desde la industria, pasando por las comunidades, hasta el mundo académico y la formulación de políticas, el discurso predominante se centra actualmente en la transición hacia un denominado “futuro Cero Neto” (por ejemplo, ONU, 2015; Ley Europea del Clima, 2021). Un elemento central de esta visión es la mitigación del cambio climático provocado por el hombre mediante la descarbonización de nuestra sociedad industrial, principalmente a través de una mayor innovación y adopción de tecnologías emergentes (UE, 2020). El avance de la práctica del diseño junto con las nuevas tecnologías ha sido durante mucho tiempo un proceso simbiótico (Thackara, 2005). Es probable que una mayor adopción de tecnologías nos ayude a descarbonizar algunos aspectos de nuestra sociedad. Sin embargo, es imperativo que también reflexionemos críticamente sobre cómo y por qué adoptamos la innovación tecnológica como parte de una transición sistémica y sostenible. Esto se debe a que la aplicación no consentida e irresponsable de las nuevas tecnologías también puede provocar efectos imprevistos de rebote medioambientales y sociales.

En este artículo se argumenta que, las visiones dominantes de futuros Cero Neto pueden ser útiles como imaginarios socio-técnicos (Jasanoff, 2015) para concientizar a las partes interesadas de la necesidad crítica de reducir las emisiones. Pero, sus ideales tecnocéntricos también pueden ayudar a perpetuar la práctica hegemónica y carbonizada de diseño-innovación que domina en la actualidad.

Para alejarse positivamente de estas narrativas reduccionistas y solucionistas, la investigación del diseño debe pivotar y desarrollar un enfoque disruptivo y a la vez inclusivo del diseño hacia el Cero Neto. El cambio climático es un sistema complejo y dinámico basado en múltiples interrelaciones y dependencias entre los agentes humanos, ecológicos (flora, fauna, clima, etc.) y tecnológicos (datos, inteligencia artificial, dispositivos, etc.) (Stead y Coulton, 2022). Este artículo propone un nuevo marco conceptual que responde a esta complejidad y pretende que los diseñadores y profesionales empiecen a cuestionar el actual statu quo tecnocéntrico. El documento describe cómo una confluencia de métodos de diseño especulativo (Auger, 2013), diseño participativo (Peach & Smith, 2022) y diseño centrado más que en el ser humano (MtHCD) (Giaccardi & Redström, 2020) sustentan este enfoque y estimulan una estrecha colaboración entre diseñadores y redes de partes interesadas. Utilizando la Inteligencia Artificial (IA) como ejemplo de una rápida expansión tecnocéntrica insostenible, injusta y descontrolada, el documento afirma que, a través del andamiaje metodológico presentado, los diseñadores y profesionales pueden empezar a reimaginar futuros Cero Neto. Estos futuros pueden ser inherentemente *Más que Humanos*, es decir, más sostenibles y equitativos para las partes interesadas humanas y no humanas del planeta por igual.

2. DESAFIANDO EL MONO FUTURISMO TECNOCÉNTRICO DE LA RED CERO

“Cero Neto” explica el reto de equilibrar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) liberados a la atmósfera terrestre con la cantidad que se elimina de ella. Los GEI, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano o el dióxido de azufre, aumentan la

1. INTRODUCTION

A rich tapestry of inter-related Design Research methods and practices are being advanced to accelerate environmentally responsible transitions across modern society. The collective aim is to push us beyond our unsustainable paradigm, the *Anthropocene* (Galloway, 2017). From industry through communities to academia and policymaking, the prevailing discourse currently focusses on transitioning to a so-called ‘Net Zero future’ (e.g., UN, 2015; European Climate Law, 2021). Central to this vision is the mitigation of human-driven climate change through the decarbonisation of our industrial society, principally through the increased innovation and adoption of emergent technologies (EU, 2020). The advancement of design practice alongside new technologies has long been a symbiotic process (Thackara, 2005). Greater adoption of the latter will likely help us to decarbonise aspects of our society. However, it is imperative that we also think critically about how and why we embrace technological innovation as part of a systemic, sustainable transition. This is because untampered and irresponsible implementation of new technologies can also lead to unforeseen environmental and social rebound effects.

This paper argues that while the mainstream visions for Net Zero futures can serve as useful *socio-technical imaginaries* (Jasanoff, 2015) to create awareness amongst stakeholders of the critical need to reduce emissions, their technocentric ideals can also help to perpetuate the hegemonic, carbonised design-innovation practice that dominates today. To positively shift away from these reductive, solutionist narratives, Design Research must pivot and develop a disruptive yet inclusive approach towards designing for Net Zero. Climate change is a complex, dynamic system rooted upon multi-scale and multifarious interrelations and dependencies between human, ecological (e.g., flora, fauna, climate) and technological (e.g., data, AI, devices) actants (Stead & Coulton, 2022). This paper proposes a novel conceptual frame that responds to this complexity and aims to enable designer-practitioners to begin to challenge today’s technocentric status quo. The paper outlines how a confluence of *Speculative Design* (Auger, 2013), *Participatory Design* (Peach & Smith, 2022) and *More-than-Human-Centred Design* (MtHCD) (Giaccardi & Redström, 2020) methods underpin this approach and stimulate close collaboration between designers and stakeholder networks. Using *Artificial Intelligence* (AI) as an exemplar of rapid unsustainable, unjust, and unchecked technocentric expansion, the paper asserts that through the presented methodological scaffold, designer-practitioners can start to reimagine Net Zero futures which are inherently *More-than-Human*, that is, more sustainable and equitable for the planet’s human and non-human stakeholders alike.

2. CHALLENGING TECHNOCENTRIC NET ZERO MONOFUTURISM

‘Net Zero’ describes the challenge of balancing the amount of greenhouse gas (GHG) released into the Earth’s atmosphere alongside the amount that is being removed from it. GHG’s – e.g., carbon dioxide (CO₂); methane; sulphur dioxide – increase the Earth’s temperatures by trapping extra energy in its atmosphere (UN, 2015). ‘Carbon neutral’ is regularly used by companies to refer to offsetting CO₂ emissions specifically by removing the equivalent amount from the atmosphere (IPCC, 2022a). The terms ‘climate positive’, ‘carbon positive’ and ‘carbon negative’ can cause confusion as they are often used interchangeably

temperatura de la Tierra al atrapar energía adicional en su atmósfera (ONU, 2015). Las empresas suelen utilizar el término “carbono neutral” para referirse a la compensación de las emisiones de CO₂ mediante la eliminación de la cantidad equivalente de la atmósfera (IPCC, 2022a). Los términos “clima positivo”, “carbono positivo” y “carbono negativo” pueden causar confusión, ya que a menudo se utilizan indistintamente para ir más allá del Cero Neto y eliminar de la atmósfera más CO₂ del emitido (IPCC, 2022a). El IPCC (2022b), la agencia climática de la ONU subraya que las emisiones de CO₂ deben reducirse a la mitad para 2030 con el fin de alcanzar el Cero Neto en 2050. Es importante destacar que el afán por abordar otros retos de sostenibilidad, como la pérdida de biodiversidad y la escasez de recursos, en favor de alcanzar las emisiones netas de CO₂ cero ha llevado a Konietzko (2022) a acuñar el término “*visión de túnel del carbono*”.

Esta retórica reduccionista y tecnocéntrica tiene el potencial de engendrar un monofuturo Cero Neto (Candy, 2010) construido sobre una *dilución de innovación* (Vinsel & Russell, 2020). Los crecientes desafíos medioambientales que conlleva el aumento en la adopción de tecnologías emergentes están empezando a ser objeto de un mayor escrutinio. Bratton (2019) afirma que, debido al deplorable historial de la humanidad, un futuro sostenible basado en la intervención tecnológica es una “aventura llena de riesgos [y, como tal,] el futuro se convierte en algo que hay que evitar tanto como lograr”. A pesar de estas deficiencias conocidas, Widdicks et al. (2023) han demostrado cómo las tecnologías digitales en particular se promueven regularmente como fundamentales para hacer posible el Cero Neto. Esto significa, que ayudan a aumentar la descarbonización mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en toda nuestra economía global industrializada a través de un mejor consumo de recursos como la electricidad y el uso de materiales. Sin embargo, el despliegue de estos mismos avances tecnológicos a menudo puede no tener en cuenta sus posibles efectos de rebote adecuadamente. En consecuencia, la introducción de una nueva tecnología, o su rediseño, puede contrarrestar el ahorro de emisiones que genera y, en el peor de los casos, aumentar las emisiones de carbono.

Los efectos de rebote tecnológico también pueden conducir a lo que se conoce como paradoja de Jevons (Alcott, 2005). En este caso, la eficiencia de los recursos aumenta gracias a las mejoras tecnológicas, lo que, a su vez, acaba provocando un mayor consumo de recursos debido al aumento de la demanda. Por ejemplo, la adopción de nuevas tecnologías durante la Revolución Industrial produjo un fuerte aumento del uso del carbón. Los efectos nocivos de la insostenibilidad digital son, en su mayor parte, un síntoma de los problemáticos patrones de diseño y de la retórica que proponen persistentemente las empresas tecnológicas basadas en el beneficio comercial y el crecimiento del mercado (Stead et al., 2022). La responsabilidad de esta creciente paradoja digital (Hazas y Nathan, 2017) también recae en los investigadores y profesionales del diseño que prestan servicios de forma proactiva a los productores y proveedores de tecnología. De hecho, aunque la práctica de los futuros del diseño puede ayudar a poner de relieve las posibles ventajas de diseñar las tecnologías emergentes teniendo más en cuenta la sostenibilidad, también opera en paralelo con lo que Fry (2009) denomina “defuturización”:

for going beyond Net Zero and removing more CO₂ from the atmosphere than emitted (IPCC, 2022a). The UN climate body IPCC (2022b), stresses that CO₂ emissions must decrease by half by 2030 to reach Net Zero by 2050. Importantly, the cecity towards tackling other sustainability challenges including biodiversity loss and resource scarcity in favour of achieving Net Zero CO₂ emissions, has led Konietzko (2022) to coin the term *Carbon Tunnel Vision*.

This reductive, technocentric rhetoric has the potential to engender a Net Zero *monofuture* (Candy, 2010) built upon an *innovation delusion* (Vinsel & Russell, 2020). The growing environmental challenges that come with increased adoption of emerging technologies are rightly beginning to be put under greater scrutiny. Bratton (2019) asserts that due to humankind’s deplorable track record, a sustainable future built upon technological intervention is a ‘venture that is full of risk [and, as such,] the future becomes something to be prevented as much as achieved.’ Despite these known shortcomings, Widdicks et al. (2023) have shown how digital technologies in particular are regularly promoted as critical to the enablement of Net Zero i.e., they help to increase decarbonisation by reducing greenhouse gas emissions across our global industrialised economy through improved consumption of resources such as electricity and material use. However, the deployment of these same technological developments can often fail to adequately account for their possible *rebound effects* and *unintended consequences* —whereby the introduction of a new technology, or its redesign, can offset the emissions savings it creates, and in the worst—case, increase carbon emissions.

Technological rebound effects can also lead to what is known as *Jevons’ Paradox* (Alcott, 2005). This is where resource efficiency is increased through technological improvements that in turn ultimately leads to more resources being consumed due to increasing demand. For example, adoption of new technologies during the *Industrial Revolution* corresponded with a sharp uptick in coal-use. The harmful impacts of digital unsustainability are, for the most part, a symptom of the problematic design patterns and rhetoric persistently put forward by technology firms predicated on commercial gain and market growth (Stead et al., 2022). Responsibility for this growing *digital paradox* (Hazas & Nathan, 2017) also rests with the design researcher-practitioners who proactively service technology producers and providers. Indeed, whilst the practice of *design futures* can help to highlight potential benefits of designing emerging technologies with greater consideration for sustainability, it also operates in tandem with what Fry (2009) terms *defuturing*:

[Designers] act to defuture because we do not understand how the values, knowledge, worlds and things we create go on designing after we have designed and made them.

Thus, even if researcher-practitioners seek to design a digital device, service and/or system that they intend to be ‘sustainable’, their design will likely have unintended consequences and give rise to environmental and societal trade-offs— on a ‘glocal’ scale given increasingly pervasive nature of these interventions. The environmental scholar Kolbert (2021) similarly notes this *defuturing* potential when describing that efforts to

[Los diseñadores] actuamos para defuturizar porque no entendemos cómo los valores, los conocimientos, los mundos y las cosas que creamos, siguen diseñando después de que los hayamos diseñado y fabricado.

Así pues, aunque los investigadores y profesionales intenten diseñar un dispositivo, servicio o sistema digital con el propósito de que sea “sostenible”, es probable que su diseño tenga repercusiones imprevistas. Podría dar lugar a consecuencias medioambientales y sociales, a escala “glocal”, dado el carácter cada vez más generalizado de estas intervenciones. El estudioso del medio ambiente Kolbert (2021) señala de forma similar el potencial en defuturizar al describir que los esfuerzos por implementar tecnologías y prácticas sostenibles suelen desembocar en “personas que intentan resolver problemas creados por personas que intentan resolver problemas”.

3. SOSTENIBILIDAD ARTIFICIAL

Los sistemas autónomos de IA se están implementando cada vez más para mediar los flujos de datos sin restricciones de hoy en día. Vallor y Vierkant (2024) describen estos sistemas como una confluencia de “aplicaciones de software, máquinas y personas capaces de actuar con poca o ninguna supervisión humana”. Es importante destacar que, debido a su inmaterialidad percibida, los sistemas de IA se consideran habitualmente una tecnología eficiente en el uso de los recursos que ayuda a mitigar los impactos insostenibles de nuestro ecosistema impulsado por los datos (Stead et al., 2022). Por ejemplo, al tratar de desarrollar una red de generación, almacenamiento y suministro más “inteligente” y dinámica que pueda optimizar mejor la transición sociotécnica a Cero Neto, muchos responsables de la toma de decisiones en el sector energético están adoptando la IA y el *Machine Learning* (Rozite et al., 2023). A pesar de sus ventajas Cero Neto, la escala y ubicuidad de la IA significa que tal gobernanza algorítmica (Johnston, 2022) también está dando lugar a impactos ambientales exponenciales. La IA consume mucha energía y genera enormes cantidades de emisiones de CO₂ (Crawford, 2021) que contribuyen a la creciente huella global de la tecnología digital, actualmente el 4% de las emisiones mundiales (Freitag et al., 2021). La rápida aparición de herramientas de IA Generativa no hace sino agravar estos problemas. Dodge et al. (2022) destacan cómo la creación de una imagen mediante una herramienta común de IA Generativa consume casi la misma cantidad de energía (aproximadamente 0,012 kWh) necesaria para cargar completamente un teléfono móvil. Afirman que el software de imagen de IA Generativa menos eficiente puede consumir tanta energía como 950 cargas de smartphone (11,49 kWh). Crawford (2024) también señala que una búsqueda de IA generativa consume entre 4 y 5 veces más energía que una búsqueda web convencional. De forma alarmante, también destacan cómo dichos sistemas “necesitan enormes cantidades de agua dulce para enfriar sus procesadores y generar electricidad [y las estimaciones actuales sugieren que] a nivel mundial, la demanda de agua para la IA podría ser la mitad que la del Reino Unido en 2027”.

A los impactos extractivos de la IA sobre el medio ambiente se suman sus implicancias socialmente insostenibles. Aunque la IA puede ayudar a ofrecer más valor y opciones a los consumidores, la creciente complejidad de los mercados energéticos hace que se considere necesaria una toma de decisiones automatizada de “alta frecuencia” basada en datos, previsiones y

implementar tecnologías y prácticas sostenibles a menudo resultan en “gente tratando de resolver problemas creados por gente tratando de resolver problemas.”

3. ARTIFICIAL SUSTAINABILITY

Autonomous AI systems are increasingly being implemented to mediate today’s unfettered dataflows. Vallor & Vierkant (2024) describe such systems as a confluence of “software applications, machines, and people, that is able to take [action] with little or no human supervision”. Importantly, due to their perceived immateriality, AI systems are regularly considered to be a resource efficient technology which helps to mitigate the unsustainable impacts of our data-driven ecosystem (Stead et al., 2022). For example, in seeking to develop a ‘smarter’, more dynamic generation, storage and supply network which can better optimise the socio-technical transition to Net Zero, many decision-makers in the energy sector are embracing AI and *Machine Learning* (Rozite et al., 2023).

Despite their Net Zero advantages, the scale and ubiquity of AI means that such *algorithmic governance* (Johnston, 2022) is also resulting in exponential environmental impacts. AI is extremely energy hungry and creates huge amounts of CO₂ emissions (Crawford, 2021) that contribute to digital technology’s growing global footprint—currently 4% of worldwide emissions (Freitag et al., 2021). The rapid emergence of Generative AI tools is only exacerbating these problems. Dodge et al. (2022) highlight how the creating one image via a common Generative AI tool consumes almost the same amount of energy (approximately 0.012kWh) required to fully charge a mobile phone. They state that the least efficient Generative AI image software can consume as much energy as 950 smartphone charges (11.49 kWh). Crawford (2024) similarly notes how a Generative AI search uses 4–5 times the amount of energy of a conventional web search. Alarmingly, they also stress how said systems “need enormous amounts of fresh water to cool their processors and generate electricity [and current estimates suggest that] globally, the demand for water for AI could be half that of the UK by 2027.”

The environmentally extractive impacts of AI are compounded by their socially unsustainable implications. Whilst AI can help provide consumers with more value and choice, the growing complexity of energy markets means that ‘high frequency’ automated decision-making based on user and system data, forecasts and models is deemed to be necessary for the operation of energy infrastructures in their entirety (Johnston, 2022). Consequently, AI technologies are essentially becoming ‘moral agents’ (Wallach & Allen, 2008) as they are ‘learning’ to make decisions regards customers’ energy supply and consumption with limited human oversight. To use a Latourian phrase, AI can be described alongside humans and other non-human entities, as an “actant in its own right” (Latour, 1996). This agency raises important ethical considerations for Net Zero transitions—particularly if, as outlined, the harmful impacts of the technologies themselves is starting to outweigh their environmental and social benefits.

modelos de usuarios y sistemas para el funcionamiento de las infraestructuras energéticas en su totalidad (Johnston, 2022). En consecuencia, las tecnologías de IA se están convirtiendo esencialmente en “agentes morales” (Wallach y Allen, 2008), ya que están “aprendiendo” a tomar decisiones sobre el suministro y el consumo de energía de los clientes con una supervisión humana limitada. Utilizando una frase de Latour, la IA puede describirse, junto con los seres humanos y otras entidades no humanas, como un “agente por derecho propio” (Latour, 1996). Esta capacidad de acción plantea importantes consideraciones éticas para las transiciones hacia el Cero Neto, sobre todo si, como se ha señalado, los efectos nocivos de las propias tecnologías empiezan a ser mayores que sus beneficios medioambientales y sociales.

4. CINCUENTA SOMBRAS DE (DISEÑO) VERDE

Gracias a su capacidad única para aunar las humanidades y las disciplinas científicas, el diseño tiene el potencial de configurar futuros sostenibles y equitativos que den cabida de forma responsable a la IA y prosperen más allá del Cero Neto 2050. Los investigadores y profesionales del diseño llevan mucho tiempo siendo agentes de cambio clave para transformaciones vitales y globales. Como afirmó Simon (1969):

Todos diseñan en la medida en que idean cursos de acción destinados a cambiar las situaciones existentes por otras preferidas.

Desde el punto de vista de Simon, el éxito del diseño de un determinado futuro depende de lo bien que satisfaga las preferencias de las personas que lo utilizan o se ven afectadas por él. Desgraciadamente, esta adhesión a un enfoque de diseño centrado en el ser humano (Norman, 1998) —y la gran atención prestada al crecimiento rentable— ha contribuido a que prospere nuestro paradigma antropogénico insostenible. En consecuencia, la mayoría de los productos diseñados no reconocen las perjudiciales consecuencias medioambientales y sociales que acompañan a su creación, adopción y fin de vida (Stead et al., 2021). Esto sucede a pesar de que pioneros del diseño sostenible como Papanek (1971) y Schumacher (1973) subrayaran la necesidad de diseñar futuros que fueran intrínsecamente sostenibles desde el punto de vista medioambiental y equitativos desde el punto de vista social. Además, Schumacher (1973) también abogó por la adopción de lo que denominó tecnologías apropiadas, “aquellas que sirven principalmente a los ciudadanos y a las comunidades a nivel local por ser descentralizadas, asequibles y a pequeña escala”. Así pues, las *tecnologías apropiadas* contrastan profundamente con las entidades tecnológicas generalizadas y patentadas, como la IA, que actualmente dominan la sociedad.

La insostenibilidad global, de escala masiva y en continua evolución, es un “problema perverso” (Rittel & Webber, 1973) que cada vez resulta más difícil resolver de forma directa. En consecuencia, muchos estudiosos han tratado de corregir esta “oscuridad” a través del diseño. Para demostrar esta trayectoria, Ceschin y Gaziulusoy (2016) desarrollaron un marco evolutivo del diseño para la sostenibilidad, una línea de tiempo que traza el núcleo de la erudición pragmática llevada a cabo en este campo durante la segunda mitad del siglo XX. Desde el milenio también ha surgido una gama de métodos de diseño sostenibles, sistémicos e interrelacionados (Sweeting y Sutherland, 2022). Ámbitos como el diseño circular (Ellen MacArthur Foundation,

4. FIFTY SHADES OF GREEN (DESIGN)

With its unique ability to bring humanities and scientific disciplines together, Design has the potential to shape sustainable and equitable futures which responsibly accommodates AI and flourishes beyond *Net Zero 2050*. Design researcher-practitioners have long been key change agents for vital, global transformations. As Simon (1969) famously asserted:

Everyone designs who devise courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones.

From Simon’s positionality, the success of a particular designed future can be said to correlate with how well it meets the preferences of the people that use it, and/or are impacted by it. Unfortunately, this adherence to a *Human-Centred Design* approach (Norman, 1998)—and strong focus on profitable growth—has helped our unsustainable, *anthropogenic* paradigm to thrive. Resultantly, most of our designed outputs fail to acknowledge the wider damaging environmental and social consequences that accompany their creation, adoption, and end of life (Stead et al., 2021). This is despite early sustainable design pioneers like Papanek (1971) and Schumacher (1973) stressing the need to design futures that are intrinsically environmentally sustainable and socially equitable. Further, Schumacher (1973) also called for the adoption of what he termed *appropriate technologies*, —ones which primarily serve citizens and communities on a local level by being decentralised, affordable and small-scale. *Appropriate technologies* thus sit in deep contrast to the widespread, proprietary technological entities like AI that currently have dominion across society.

Massive in scale and continually evolving, global unsustainability is a ‘wicked problem’ (Rittel & Webber, 1973) which is becoming increasingly difficult to solve outright. Resultantly, many scholars have sought to redress this ‘wickedness’ through Design. Demonstrating this trajectory, Ceschin & Gaziulusoy (2016) developed a *Design for Sustainability Evolutionary Framework* — a timeline which maps the core pragmatic scholarship undertaken across the field over the latter half of the 20th century. A gamut of additional interrelated systemic, sustainable design methods (Sweeting & Sutherland, 2022) has also emerged since the millennium. Domains including *Circular Design* (Ellen MacArthur Foundation, n.d.), *Regenerative Design* (Wahl, 2016) and *Biodesign* (Antonelli, 2022) share much of the DNA as fields outlined by Ceschin & Gaziulusoy (2016).

The Design Research community has also taken what can be termed a “speculative turn” over the past decade or so. A collection of inter-related methods including *Critical Design* (Dunne & Raby, 2013) and *Design Fiction* (Bleecker, 2009) are being applied under the umbrella term of Speculative Design (Wong & Khovanskaya, 2018) to create novel, creative visions for preferable futures that run counter today’s unsustainable and inequitable status quo. As Steffen (2016) argues “we can’t build what we can’t imagine... the fact that we haven’t compellingly imagined a thriving, dynamic, sustainable world is a major reason we don’t already live in one.” To this end, the primary aim of Speculative Design practice is to raise awareness and provoke debate regards the adoption of emerging technologies like AI, and the possibilities presented by these so-called advances for enabling *and/or* defuturing *sustainable futures*.

s.f.), el diseño regenerativo (Wahl, 2016) y el biodiseño (Antonelli, 2022) comparten gran parte del ADN de los campos descritos por Ceschin y Gaziulusoy (2016).

La comunidad de investigadores del diseño también ha dado un “giro especulativo” en los últimos diez años. Un conjunto de métodos interrelacionados, como el diseño crítico (Dunne y Raby, 2013) y el *diseño de ficción* (Bleecker, 2009), se están aplicando bajo el término general de diseño especulativo (Wong y Khovanskaya, 2018) para crear visiones novedosas y creativas de futuros preferibles que vayan en contra del statu quo actual insostenible e injusto. Como afirma Steffen (2016), “no podemos construir lo que no podemos imaginar... el hecho de que no hayamos imaginado de forma convincente un mundo próspero, dinámico y sostenible es una de las principales razones por las que aún no vivimos en él”. Con este fin, el objetivo principal de la práctica del *diseño especulativo* es concientizar y provocar el debate sobre la adopción de tecnologías emergentes como la IA y las posibilidades que presentan estos supuestos avances para posibilitar o defuturar futuros sostenibles.

A pesar de estos avances, el planeta y sus habitantes siguen viviendo a la sombra de una emergencia medioambiental cada vez más grave. El cambio climático ya no es un futuro posible, sino una realidad. Para generar futuros Cero Neto responsables y resilientes, los investigadores y profesionales del diseño también deben abrir su práctica del diseño sostenible. Deben comenzar a adoptar una confluencia de métodos, tales como, el *diseño especulativo*, el *diseño participativo* y el campo emergente del MthCD (Diseño más que para el ser humano).

5. FUTUROS CERO NETO MÁS QUE HUMANOS

El MthCD ofrece un enfoque útil para conservar las perspectivas humanas, pero descentrando su hegemonía (Giaccardi y Redström, 2020). El MthCD ayuda a los diseñadores a priorizar las exigencias vitales de las partes interesadas ecológicas y bio-diversas, como la flora, la fauna, los microorganismos y los paisajes. Al mismo tiempo, también nos permite considerar el papel que desempeñan las tecnologías ubicuas como la IA, los dispositivos “inteligentes”, los datos y los algoritmos en la ecología profundamente enmarañada del diseño actual, (Stead y Coulton, 2022). Se ha demostrado que el MthCD tiene un gran impacto si se combina con técnicas de diseño especulativo (Nicenbolm et al., 2020; Stead & Coulton, 2022). Estas especulaciones de MthCD pretenden facilitar el debate entre un público amplio sobre las posibles implicaciones sociales de las tecnologías que deben tenerse en cuenta *en el presente* antes de que se hagan realidad. Esta capacidad discursiva también apunta a otra dimensión de la práctica del *diseño especulativo: el futuro participativo*.

Cuando los investigadores y profesionales del diseño imaginan futuros productos, servicios e infraestructuras tecnológicas, no pretenden que estas intervenciones funcionen de forma aislada. Peach y Smith (2022) describen cómo la aplicación de un enfoque de *Futuro Participativo* facilita un importante compromiso crítico y creativo con una gama más amplia de perspectivas de las partes interesadas. Trabajar con las comunidades ciudadanas, la industria, los responsables políticos, las organizaciones del tercer sector y otros agentes sociales genera oportunidades para explorar un abanico más amplio de futuros alternativos de lo que un diseñador o un equipo de diseño tienen el conocimiento o la capacidad para hacerlo por sí solos.

Despite this progress, the planet and its people continue to live in the shadow of a deepening environmental emergency. Climate change is no longer a future prospect but a reality. In order to engender responsible and resilient Net Zero futures, design researcher-practitioners also need to open-up their sustainable design practice. They must begin to embrace a confluence of methods, namely *Speculative Design*, Participatory Design and the emergent field of MthCD.

5. MORE-THAN-HUMAN NET ZERO FUTURES

MthCD provides a useful lens for retaining human perspectives but decentering their hegemony (Giaccardi & Redström, 2020). MthCD helps designers to better foreground the vital exigencies of ecological, bio-diverse stakeholders—including flora, fauna, micro-organisms, and landscapes. At the same time, it also allows us to consider the role ubiquitous technologies like AI, ‘smart’ devices, data and algorithms play throughout today’s deeply entangled design ecology (Stead & Coulton, 2022). MthCD has been shown to be impactful if combined with Speculative Design techniques (Nicenbolm et al., 2020; Stead & Coulton, 2022). Such MthCD speculations aim to facilitate discussions amongst broad audiences regards the potential societal implications of technologies to be considered within the present before said possible implications come to pass. This discursive capability also points to another dimension of Speculative Design practice— *Participatory Futuring*.

When design researcher-practitioners envision future technological products, services, and infrastructures, they do not intend for these interventions to operate in isolation. Peach & Smith (2022) describe how application of a Participatory Futuring approach facilitates important critical and creative engagement with a broader range of stakeholder positionalities. Working with citizen-communities, industry, policymakers, third sector organisations and other social actants generates opportunities to explore a more expansive array of alternate futures than a designer and/or design team has the knowledge or capacity to do so alone.

Este proceso de colaboración es esencial para dar forma a prototipos, herramientas y vías Cero Neto más responsables y resistentes. Además, ayuda a mitigar la posibilidad de una *defuturación* continua y perjudicial hacia una práctica de *futurización* positiva. La figura 1 ilustra esta ontología exploratoria y pluralista del diseño Cero Neto. Su objetivo es recordar a los investigadores y profesionales que deben tener en cuenta una pluralidad de actores humanos y no humanos a lo largo de sus procesos de diseño.

6. PRÁCTICAS DISRUPTIVAS DE DISEÑO PARTICIPATIVO PARA UN PLANETA SOSTENIBLE Y EQUITATIVO

Para generar Futuros Cero Neto con alcances equitativos y sostenibles, es necesario un cambio de lo que (Kozubaev, 2018) ve como la privilegiada y hegemónica “encarnación occidental-céntrica” al futurizar. Escobar (2018) insta igualmente al diseño a “pasar de la hegemonía de la ontología unimundial de la modernidad a una pluriversidad de configuraciones socio-naturales”. En esta aproximación, no persiste una única realidad presente aceptada, sino una plétora de “historia, creencias, valores y ficción implicados en la construcción cultural de realidades pasadas, presentes y futuras” (Stead & Coulton, 2022). Para impulsar este cambio, los investigadores y profesionales necesitan una estrategia de diseño disruptiva pero inclusiva.

6.1 DESARROLLO DE UN TOOLKIT DE FUTURO PARTICIPATIVO PARA EL DISEÑO CERO NETO MÁS QUE HUMANO

La aplicación del trío de métodos prospectivos descrito proporciona un sustrato eficaz sobre el que construir este marco de diseño. La figura 2 muestra el proceso del taller de investigación de diseño participativo (según Sanders y Stappers, 2014; Stead et al., 2023) que sintetiza estos métodos. Las siguientes secciones describen una serie de novedosas actividades de investigación —Prototipos especulativos, Giga-Mapas sistémicos y Estratificación temporal— que se han diseñado para maximizar el compromiso inclusivo durante el proceso de este taller—. Estas intervenciones creativas se combinan para crear un espacio discursivo generativo (Bleecker, 2009) en el que los participantes pueden trabajar juntos para considerar críticamente las relaciones independientes e interdependientes entre los actores. De este modo, los participantes experimentan un proceso de “construcción bidireccional” (Tang & Nakarada, 2022) mediante el cual se convierten en “co-constructores” de ideas sobre las compensaciones sistémicas y las posibles consecuencias imprevistas de la adopción tecnológica en los futuros Cero Neto. Con este fin, las actividades forman colectivamente un conjunto de herramientas de Futuro Participativo para el diseño y la innovación de un Cero Neto más que humano.

This collaborative process is essential for shaping more responsible and resilient Net Zero prototypes, tools, and pathways. Further, it helps to mitigate potential for continued, injurious defuturing in lieu of positive futuring practice. Figure 1 illustrates this explorative and pluralistic Net Zero design ontology. It seeks to reinforce to researcher-practitioners that they must consider a plurality of human and non-human stakeholder actants throughout their design processes.

6. DISRUPTIVE PARTICIPATORY DESIGN PRACTICE FOR A SUSTAINABLE AND EQUITABLE PLANET

To engender Net Zero Futures which are equitable as well as sustainable in scope, a shift away is needed from the what (Kozubaev, 2018) sees as the privileged and hegemonic ‘Western-centric incarnation’ of futuring. Escobar (2018) similarly urges design to “transition from the hegemony of modernity’s one-world ontology to a pluriverse of socio-natural configurations” where no single accepted present reality persists but a plethora of “history, beliefs, values, and fiction are all implicated in the cultural construction of past, present, and future realities” (Stead & Coulton, 2022). To galvanise this change, researcher-practitioners require a disruptive yet inclusive design strategy.

6.1 DEVELOPING MORE-THAN-HUMAN NET ZERO PARTICIPATORY FUTURING TOOLKIT

The application of the outlined trio of forward-looking methods provides an effective substrate upon which to build this design frame. Figure 2 depicts the *Participatory Design research workshop process* (after Sanders & Stappers, 2014; Stead et al., 2023) which synthesises these methods. The following sections describe the series of novel research activities —*Speculative Prototyping*, *Systemic Giga-Mapping*, and *Pace Layering*— which have been designed to maximise inclusive engagement during this workshop process. These creative interventions combine to create a *generative discursive space* (Bleecker, 2009) in which participants can work together to critically consider the independent and interdependent relations between actants. In doing so, participants engage in a process of ‘two-way construction’ (Tang & Nakarada, 2022) by which they become ‘co-constructors’ of insights regards the systemic trade-offs and possible unintended consequences of technological adoption upon Net Zero futures. To this end, the activities collectively form a *Participatory Futuring* toolkit for More-than-Human Net Zero design and innovation.

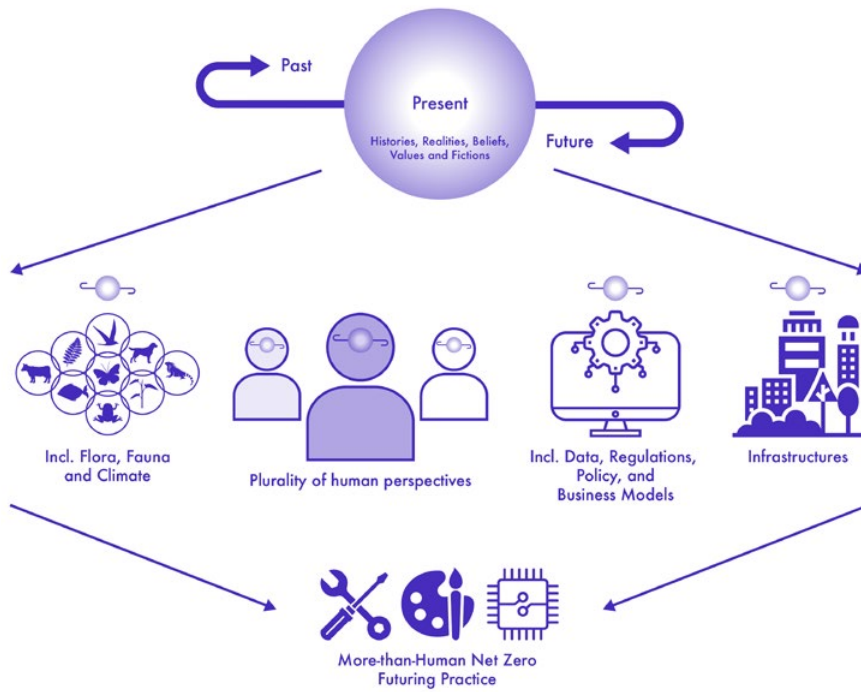


FIG 1. Práctica de Futuro Cero Neto más que Humano (Según Gonzatto et al., 2013, y Stead, 2024).
 FIG 1. More-than-Human Net Zero Futuring Practice (After Gonzatto et al., 2013, and Stead, 2024).

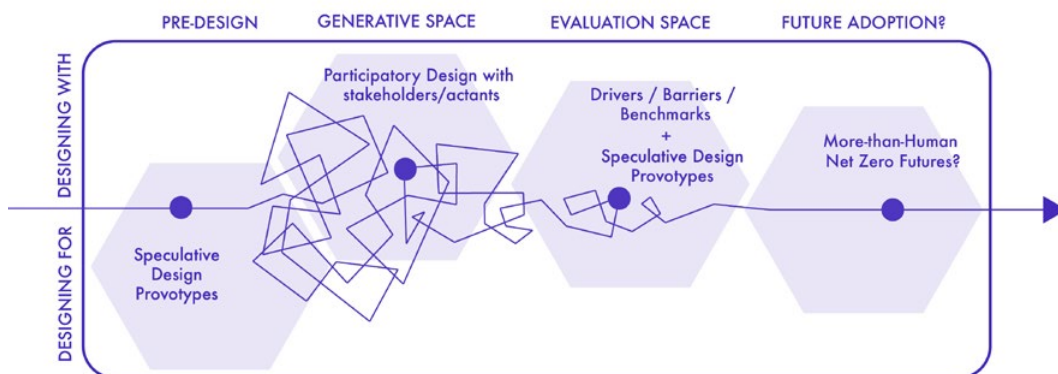


FIG 2. Proceso del taller de diseño participativo disruptivo (según Sanders y Stappers, 2014; y Stead et al., 2023).
 FIG 2. Disruptive Participatory Design workshop process (After Sanders & Stappers, 2014; and Stead et al., 2023).

6.2 PROVOTIPOS ESPECULATIVOS COMO ARTEFACTOS DISCURSIVOS

La figura 3 muestra un provotipo especulativo (Welier & McKenzie, 2017): InterNET ZERO, un mundo de juego interactivo más que humano. El término *provotipo* es una combinación de *provocación* y *prototipo*. El juego se ha desarrollado mediante la aplicación de una vertiente específica del *Diseño Especulativo* denominada *Futuros Experienciales* (Candy & Dunagan, 2017). A través de esta experiencia de juego inmersiva, los participantes pueden comprender mejor cómo las tecnologías de IA se están convirtiendo en “agentes morales”, ya que están “aprendiendo” a tomar decisiones sobre el suministro y el consumo de energía de las personas con una supervisión humana limitada. Como tal, InterNET ZERO sirve para involucrar a los participantes en diálogos sostenibles y equitativos alternativos centrados más que en el ser humano respecto a futuros Net Zero. Al hacerlo, el juego funciona como un artefacto discursivo (Tharp & Tharp, 2018), desafiando las narrativas tecnocéntricas normativas al abrir un espacio para que los participantes critiquen los impactos materiales extractivos e inequitativos de los sistemas de IA “inmateriales”.

La figura 4 muestra a un grupo de participantes que utilizan la variedad de materiales de la caja de herramientas para producir y criticar su propio provotipo durante un taller celebrado en abril de 2024. Esta actividad creativa y discursiva permite a los participantes articular de forma más tangible sus conocimientos, valores y deseos personales/mutuos en relación con el desarrollo de la tecnología Cero Neto. Como ilustran las notas y comentarios que aparecen en la figura 4 (derecha), también pueden trabajar juntos para detallar los posibles riesgos y repercusiones que dichas tecnologías imaginadas podrían provocar en un futuro próximo.

6.3 GIGA-MAPPING SISTÉMICO

Es importante reconocer que la visión de una comunidad sobre un futuro sostenible y equitativo puede plantear retos insostenibles e injustos para otras. “La tierra puede ser una, pero el mundo no lo es” opinaba el famoso Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1987), reconociendo las dificultades inherentes a la dinamización de diversas partes interesadas en el entonces incipiente concepto de *desarrollo sostenible*. Sevaldson (2011) desarrolló la técnica *giga-mapping* para identificar los actores heterogéneos que existen en los sistemas complejos y definir las compensaciones y tensiones que fluyen entre dichas entidades. En el contexto del diseño de un sistema autónomo de producto-servicio de IA, la Figura 5 muestra cómo la técnica puede involucrar a los participantes en un discurso Más-Que-Humano y navegar por el pensamiento *pluriversal*, posicional y relacional asociado. Para facilitar este proceso exploratorio, los participantes se apoyan en cuatro temas a lo largo de su actividad colaborativa de *giga-mapping*.

- **Piezas clave.** ¿Quiénes son los actores que facilitan, se benefician y/o se ven perjudicados por las intervenciones tecnológicas actuales y futuras?
- **Posicionalidad.** ¿Qué lugar ocupan en el sistema los participantes y otras partes interesadas?
- **Confiabilidad.** ¿Cuál es el estado actual de la confianza sostenible entre los actores?
- **Relaciones de poder.** ¿Cómo pueden otros actores contrarrestar a los actores hegemónicos para engendrar un futuro Cero Neto más sostenible y equitativo?

6.2 SPECULATIVE PROVOTYPES AS DISCURSIVE ARTEFACTS

Figure 3 shows a speculative *provotype* (Welier & McKenzie, 2017) —*InterNET ZERO*— an interactive *More-than-Human* game world. The term *provotype* is a combination of *provocation* and *prototype*. The game has been developed through the application of a specific strand of *Speculative Design* called *Experiential Futures* (Candy & Dunagan, 2017). Via this immersive game experience, participants can better understand how AI technologies are becoming ‘moral agents’ as they are ‘learning’ to make decisions regards people’s energy supply and consumption with limited human oversight. As such, *InterNET ZERO* serves to engage participants in alternative sustainable and equitable *More-than-Human-Centred* dialogues regards Net Zero futures. In doing so, the game operates as a *discursive artefact* (Tharp & Tharp, 2018), challenging normative technocentric narratives by opening-up space for participants to critique the extractive and inequitable material impacts of ‘immaterial’ AI systems.

Figure 4 shows a group of participants utilising the toolkit’s variety of materials to produce and critique their own provotype during a workshop session in April 2024. This creative, discursive activity enables participants to articulate their personal/mutual expertise, values, and desires more tangibly regarding Net Zero technology development. As the notes and commentary featured in Figure 4 (right-hand side) illustrate, they can also work together to detail any potential near future risks and rebounds said envisioned technologies may possibly enact.

6.3 SYSTEMIC GIGA-MAPPING

It is important to recognise that one community’s vision of a sustainable and equitable future might present unsustainable and unjust challenges for others. “The earth may be one, but the world is not” opined the famous World Commission on Environment and Development Report (1987), acknowledging the inherent difficulties of energizing diverse stakeholders to the then nascent concept of *sustainable development*. Sevaldson (2011) developed the technique *giga-mapping* to identify the heterogenous actants that exist across complex systems and to define the trade-offs and tensions that flow between said entities. With the context the design of an autonomous AI product-service-system, Figure 5 shows how the technique can engage participants in *More-than-Human* discourse and navigate associated *pluriversal*, *positional* and *relational* thinking. To facilitate this exploratory process, four themes support participants through their collaborative *giga-mapping* activity.

- **Entanglements.** Who are the actants that facilitate, benefit, and/or are disadvantaged by current and future technological interventions?
- **Positionality.** Where do participants and wider stakeholders fit within the system?
- **Trustworthiness.** What is the current state of sustainable trust between actants?
- **Power relations.** How can other actants counter hegemonic actants to engender a more sustainable, equitable Net Zero future?

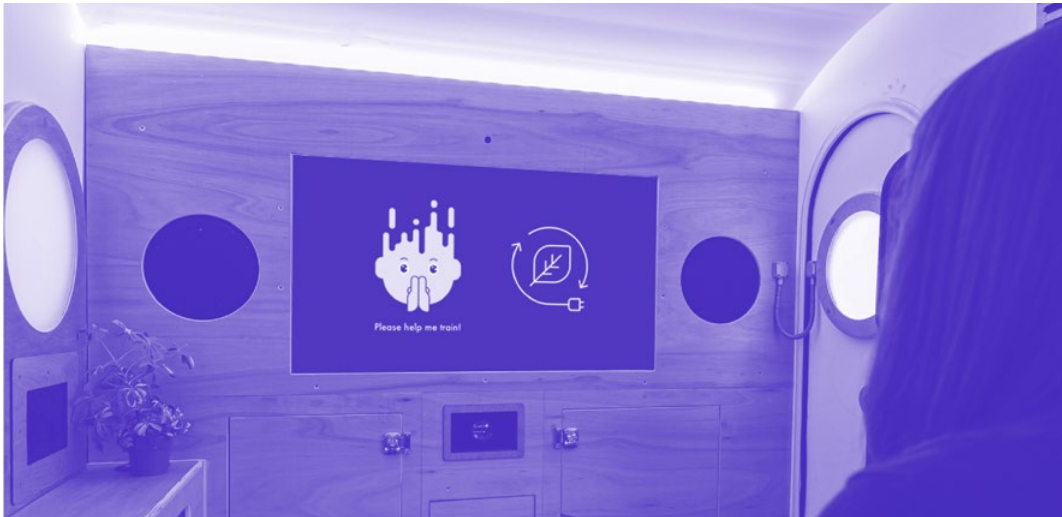


FIG 3. InterNET ZERO es un prototipo especulativo, un mundo de juego interactivo más que humano que permite a los participantes considerar las repercusiones medioambientales y sociales de los sistemas de IA (Stead, 2024).

FIG 3. InterNET ZERO is a speculative provotype. An interactive More-than-Human game world which allows participants to consider environmental and social impacts of AI systems (Stead, 2024).



FIG 4. Los participantes evalúan los materiales del kit de herramientas MthCD Participatory Futuring (MthCD Futurizar Participativamente) y producen su propio prototipo basado en IA durante una sesión de taller en abril de 2024 (Stead, 2024).

FIG 4. Participants assess the MthCD Participatory Futuring toolkit's materials and produce their own AI-driven provotype during a workshop session in April 2024 (Stead, 2024).

mutuamente de forma proactiva. Además, “las capas rápidas innovan, [mientras que] las lentas se estabilizan”. La estratificación que se muestra en la Figura 6 se elaboró durante el taller participativo de abril de 2024. La actividad pone de relieve cómo los participantes conjeturaron que las políticas e infraestructuras actuales no pueden hacer frente suficientemente al rápido ritmo al que se desarrolla la IA. Además, el ‘tiempo de la naturaleza’ también es distinto del ‘tiempo humano’ y del ‘tiempo de la tecnología’, es decir, las ecologías naturales evolucionan a una velocidad radicalmente distinta a la de otros agentes.

workshop in April 2024. The activity highlights how participants surmised that current policies and infrastructures cannot sufficiently deal with the rapid pace at which AI is developing. Further, ‘nature time’ is also distinct to both ‘human time’ and ‘technology time’, that is, natural ecologies evolve at radically different speed to other actants.

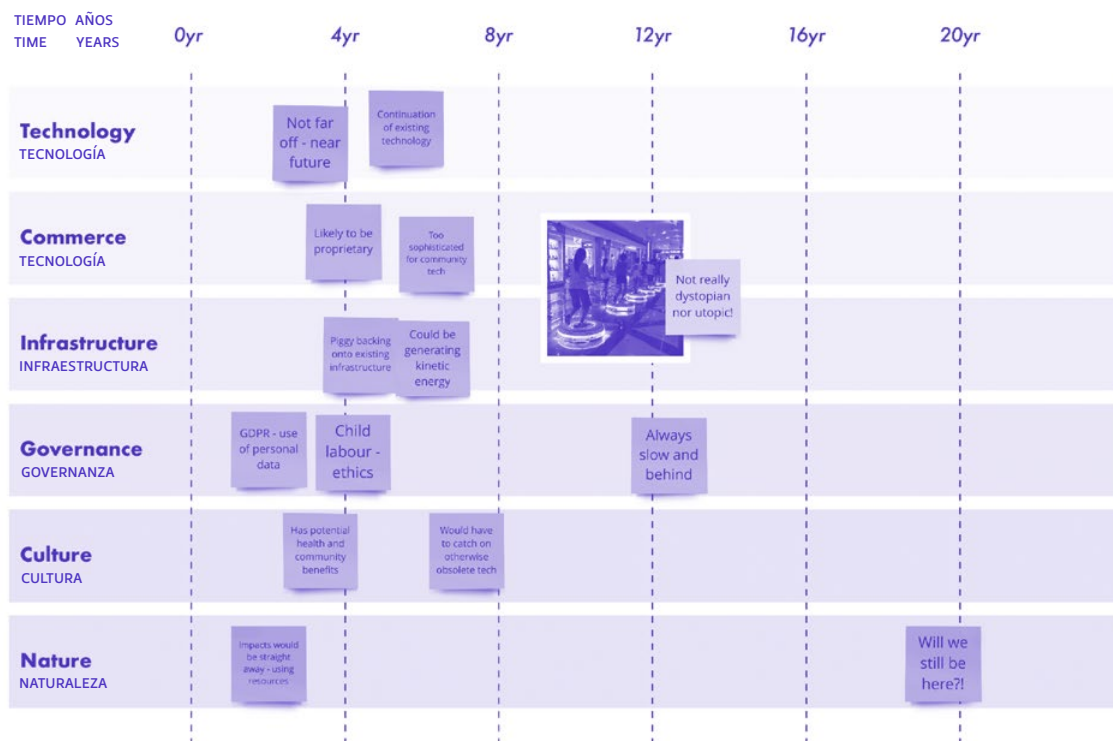


FIG 6. Estratificación temporal (según Brand, 2018) para un sistema autónomo de producto-servicio de IA producido durante un taller participativo en abril de 2024.

FIG 6. Pace Layering (after Brand, 2018) for an autonomous AI product-service-system produced during a participatory workshop in April 2024.

6.5 MODELO DE TRANSICIÓN MTHCD CERO NETO

La figura 7 muestra el modelo de transición MthCD Cero Neto. A través de este marco temporal, los investigadores y profesionales pueden trabajar para imaginar prototipos ficticios de futuros Cero Neto tecnológicos más sostenibles y equitativos, junto con el desarrollo de homólogos responsables en el mundo real (Stead et al., 2021). Para ayudar a frenar el solucionismo tecnocéntrico y los rebotes como la paradoja de Jevon, el modelo incorpora la *Evaluación de los stakeholder* y *Puntos de Replanteamiento*. Es en estas intersecciones donde el proceso exploratorio del kit de herramientas de *Futuro Participativo de MthCD* puede ser plenamente operativo. Estas intersecciones ofrecen foros de trabajo para que los investigadores y profesionales colaboren con otras partes interesadas clave (seres humanos, ecologías naturales y

6.5 MTHCD NET ZERO TRANSITION MODEL

Figure 7 depicts the *MthCD Net Zero Transition model*. Through this temporal framework, researcher-practitioners can work to envision fictional prototypes for more sustainable, equitable technological Net Zero futures, in tandem with the development of responsible, real-world counterparts (Stead et al., 2021). To help curtail technocentric solutionism and rebounds like *Jevon's Paradox*, the model incorporates *Stakeholder Evaluation and Re-envisioning Points*. It is at these junctures that the *MthCD Participatory Futuring* toolkit's exploratory process can be fully operationalised. These intersections offer workshop forums for researcher-practitioners to collaborate with fellow key stakeholders (humans, natural ecologies, and technologies) and consider the environmental impacts resulting from the development

tecnologías) y consideren las repercusiones medioambientales derivadas del desarrollo de innovaciones Cero Neto. Como afirma Meadows (1999), estos espacios discursivos se convierten en puntos de apoyo para “intervenir en el sistema”. De este modo, este proceso de diseño podría ayudar a configurar vías más sostenibles, equitativas y responsables para las tecnologías Cero Neto, antes de que se adopten de forma generalizada en toda la sociedad. Estas innovaciones adecuadas encarnarían mejor los valores y necesidades de una pluralidad de actores, además de responder a la crisis climática, ahora y en el futuro.

of Net Zero innovations. As Meadows (1999) asserts, these discursive spaces become *leverage points* to ‘intervene in the system.’ In doing so, this design process could help to shape more sustainable, equitable and responsible pathways for Net Zero technologies—before they become widely adopted across society. Such *appropriate* innovations would better embody the values and needs of a plurality of actants, as well as respond to the climate crisis, now and into the future.

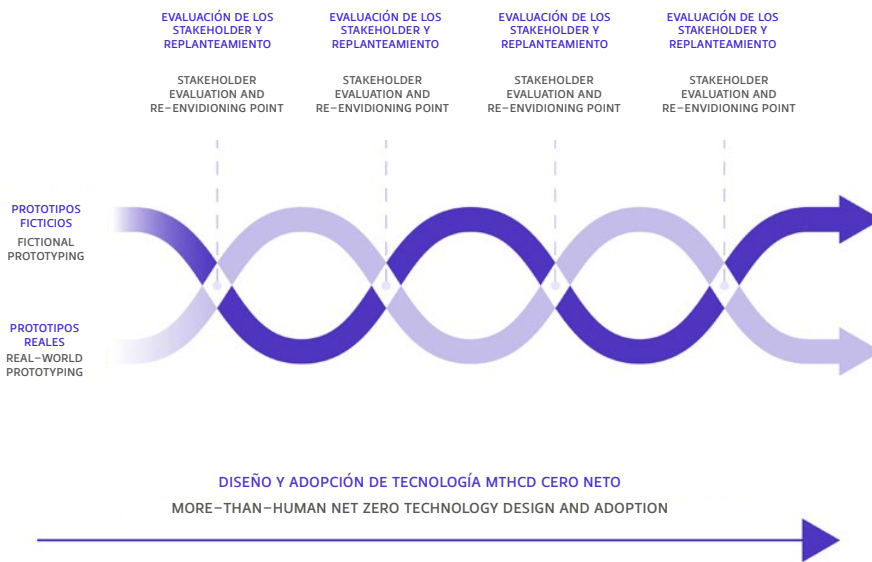


FIG 7. Modelo de diseño de transición MthCD Cero Neto (Stead, 2024).
 FIG 7. MthCD Net Zero Transition Design model (Stead, 2024).

7. CONCLUSIÓN

Cuando se diseña para futuros Cero Neto, la observación de Price (1966) es cada vez más pertinente: “la tecnología es la respuesta, pero ¿cuál era la pregunta?”. Teniendo en cuenta su propensión a defuturar la sostenibilidad tanto como a futurizar su potencialidad, es imperativo que los investigadores-practicantes del diseño sean cada vez más críticos sobre cómo y por qué los ciudadanos y la sociedad adoptan tecnologías emergentes como la IA como parte de la transición a Cero Neto. Este documento subraya cómo la confluencia del Diseño Especulativo, el Diseño Participativo y el MthCD puede empezar a facilitar el diseño para este espacio enmarañado del problema. Al esbozar un pensamiento y una praxis creativos y disruptivos que permiten la colaboración inclusiva, este documento proporciona una base fértil para otros trabajos importantes. Al adoptar colectivamente el marco de investigación presentado, los investigadores y profesionales pueden diseñar oportunidades para alinear de forma responsable una innovación tecnológica adecuada y resistente con la necesidad urgente de construir un futuro sostenible y equitativo de Red Cero para nuestro planeta.

7. CONCLUSION

When designing for Net Zero futures, Price’s (1966) observation is nevermore pertinent— “technology is the answer, but what was the question?” Considering their propensity to defuture sustainability as much as future its potentiality, it is imperative that design researcher-practitioners are increasingly critical about how and why citizens and society adopt emerging technologies like AI as part of the Net Zero transition. This paper underlines how a confluence of Speculative Design, Participatory Design and MthCD can begin to facilitate designing for this entangled problem space. In outlining creative, disruptive thinking and praxis that enables inclusive collaboration, this paper provides a fertile foundation for further important work. By collectively adopting the presented research frame, researcher-practitioners can design opportunities to responsibly align appropriate and resilient technological innovation with the urgent need to build a sustainable, equitable Net Zero future for our planet.

REFERENCIAS / REFERENCES

- Alcott, B. (2005). Jevons' Paradox. *Ecological Economics*, Volume 54, Issue 1, 9–21, ISSN 0921–8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.020>
- Antonelli, P. (2022). *Grow the Future: Visions of Biodesign*. PrintNinja.
- Auger, J. (2013). Speculative Design: Crafting the Speculation, *Digital Creativity*, 24(1), 11–35. <https://doi.org/10.1080/14626268.2013.767276>
- Bleecker, J. (2009). *Design Fiction: A Short Essay on Design, Science, Fact and Fiction*. http://drbfw5wfljxon.cloudfront.net/writing/DesignFiction_WebEdition.pdf
- Bratton, B. H. (2019). *The Terraforming*. Strelka Press.
- Brand, S. (2018). Pace Layering: How Complex Systems Learn and Keep Learning. *Journal of Design and Science*. <https://doi.org/10.21428/7f2e5f08>
- Candy, S. (2010). *The Futures of Everyday Life: Politics and the Design of Experiential Scenarios*. [Doctoral dissertation in Political Science] University of Hawaii. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1840.0248>
- Candy, S. & Dunagan, J. (2017). Designing An Experiential Scenario: The People Who Vanished, *Futures*, Volume 86, 2017, Pages 136–153, ISSN 0016–3287, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.05.006>
- Ceschin, F. & Gaziulusoy, I. (2016). Evolution of Design for Sustainability: From Product Design to Design for System Innovations and Transitions. *Design Studies*, Volume 47, <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>
- Crawford, K. (2021). *The Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. Yale University Press.
- Crawford, K. (2024). Generative AI's Environmental Costs Are Soaring — and Mostly Secret. *Nature* 626, 693 (2024). <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00478-x>
- Dodge, J., Prewitt, T., Tachet Des Combes, R., Odmark, E., Schwartz, R., Strubell, E., Luccioni, A.S., Smith, N.A., DeCarlo, N., & Buchanan, W. (2022). Measuring the Carbon Intensity of AI in Cloud Instances. In *2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '22)*, Korea, ACM. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533234>
- Dunne, A. & Raby, F. (2013). *Speculative Everything*. Cambridge: MIT Press.
- Ellen MacArthur Foundation (n.d.). *Adaptive Strategy for Circular Design: From ambition to action: an adaptive strategy for circular design*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/adaptive-strategy-for-circular-design/overview>
- Escobar, A. (2018). *Designs for the Pluriverse*. Duke University Press.
- European Climate Law. (2021). Document 32021R1119. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>
- EU. (2020). *Long-term low greenhouse gas emission development strategy of the European Union and its Member States*. <https://unfccc.int/documents/210328>
- Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair G., & Friday, A. (2021). The Real Climate & Transformative Impact of ICT. *Patterns*, 2(9). <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100340>
- Fry, T. (2009). *Defuturing: A New Design Philosophy*. Bloomsbury Publishing.
- Galloway, A. (2017). More-than-Human Lab: Creative Ethnography After Human Exceptionalism. In L. Hjorth, H. Horst, A. Galloway, & G Bell (Eds.). *The Routledge Companion to Digital Ethnography* (pp. 496–503).
- Giaccardi, E. & Redström, J. (2020). Technology and More-Than-Human Design, *Design Issues*, Vol36, Number 4, Autumn 2020, 33–44. https://doi.org/10.1162/desi_a_00612
- Gonzatto, R. F., van Amstel, F.M.C., Merkle, L.E., & Hartmann, T. (2013). The Ideology of the Future in Design Fictions. *Digital Creativity*, 24(1), 36–45. <https://doi.org/10.1080/14626268.2013.772524>
- Hazas, M., & Nathan, L. (2017). *Digital Technology & Sustainability: Engaging the Paradox*. Routledge.
- IPCC (2022a). FAQ 1.3 What is the difference between “net zero emissions” and “carbon neutrality”. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/faqs/IPCC_AR6_WGIII_FAQ_Chapter_01.pdf
- IPCC (2022b). *The Evidence Is Clear: The Time for Action Is Now. We Can Halve Emissions by 2030*. <https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/>
- Jasanoff S. (2015). Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity. In: S. Jasanoff & S. Kim (Eds.) *Dreamscapes of Modernity*. University of Chicago Press.
- Johnston, G. (2022). Energy Systems Catapult: Algorithm Governance. <https://es.catapult.org.uk/report/algorithm-governance/>
- Kolbert, E. (2021). *Under A White Sky: The Future of Nature*. Bodley Head.
- Konietzko, J. (2022, April 7). Moving Beyond Carbon Tunnel Vision with A Sustainability Data Strategy. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/cognizant/2022/04/07/moving-beyond-carbon-tunnel-vision-with-a-sustainability-data-strategy>
- Kozubaev, S. (2018). Futures As Design: Explorations, Images, and Participations. *Interactions*, 25(2), 46–51. <https://doi.org/10.1145/3178554>
- Latour, B. (1996). On Interobjectivity. *Mind, Culture and Activity* 3(4): 228–245. https://doi.org/10.1207/s15327884mca0304_2
- Meadows, D. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. The Sustainability Institute. https://mchwdc.unc.edu/wp-content/uploads/2022/04/Leverage-Points_Places-to-Intervene-in-a-System-Meadows.pdf
- Nicenbolm, I., Giaccardi, E., Søndergaard, M. L. J., Reddy, A. V., Strengers, Y., Pierce, J., & Redström, J. (2020). More-Than-Human Design and AI: In Conversation with Agents. In *Companion Publication of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference (DIS '20 Companion)*. ACM, New York, NY, USA, 397–400. <https://doi.org/10.1145/3393914.3395912>
- Norman, D. (1998). *The Invisible Computer*. MIT Press.
- Papanek, V. (1971). *Design for the Real World*. St Albans: Paladin.
- Peach, K. & Smith, L. (2022). Participatory Futures: Reimagining the City Together. In Engle, J., Agyeman, J., & Chung-Tiam-Fook, T. (Eds.). (2022). *Sacred Civics: Building Seven Generation Cities* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003199816>
- Price, C. (1966). *Technology Is The Answer, But What Was The Question?* Public lecture.
- Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 4, 155, 155–169, <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Rozite, V., Miller, J., & Oh, S. (2023, November 2), Why AI and Energy Are the New Power Couple, IEA, Paris. <https://www.iea.org/commentaries/why-ai-and-energy-are-the-new-power-couple>
- Sanders, E. B. N. & Stappers, P. J. (2014). Probes, Toolkits and Prototypes: Three Approaches to Making in Codesigning. *CoDesign*, 10(1), 5–14. <https://doi.org/10.1080/15710882.2014.888183>
- Schumacher, E. F. (1973). *Small is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered*. Abacus.
- Sevaldson, B. (2011). GIGA-Mapping: Visualisation for complexity and systems thinking in design., *Nordes 2011 - Making Design Matter*, 29 – 31 May, School of Art & Design, Aalto University, Helsinki, Finland. <https://doi.org/10.21606/nordes.2011.015>
- Simon, H. A. (1969). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Stead, M. (2024). More-than-Human Making: Crafting Pedagogic Engagement Tools to Accelerate Sustainable Technology Transitions. Workshop paper presented at DIS '24: Designing Interactive Systems Conference, IT University of Copenhagen, Denmark, July 2024. ACM.

- Stead, M., Blaney, A., Gradinar, A., Richards, D., & Bayar, S. (2021). Design for Terra-Reforming: Prototyping Environmentally Responsible Socio-technical Futures. In *14th International Conference of the European Academy of Design: Safe Harbours for Design Research*. <https://doi.org/10.5151/ead2021-179>
- Stead, M. & Coulton, P. (2022). A more-than-human right-to-repair, in Lockton, D., Lenzi, S., Hekkert, P., Oak, A., Sádaba, J., Lloyd, P. (eds.), *DRS2022: Bilbao*, 25 June – 3 July, Bilbao, Spain. <https://doi.org/10.21606/drs.2022.718>
- Stead, M., Coulton, P., Pilling, F., Gradinar, A., Pilling, M., & Forrester, I. (2022). More-than-Human-Data Interaction: Bridging Novel Design Research Approaches to Materialise and Foreground Data Sustainability. In *Academic Mindtrek 2022 – Proceedings of the 25th International Academic Mindtrek Conference* (pp. 62-74). ACM. <https://doi.org/10.1145/3569219.3569344>
- Stead, M., Pilling, M., Macpherson-Pope, T., & Coulton, P. (2023). The Repair Shop 2049: Co-Designing Sustainable and Equitable Transitions for Smart Device Repair with and for Local Communities. In *5th Product Lifetimes and The Environment Conference Proceedings: PLATE 2023*. <https://www.plateconference.org/call-for-contributions-2/>
- Steffen, A. (2016). cited in Rinde, M. (2016) Imagining a Postcarbon Future. *Distillations*, 2(3), 24–33.
- Sweeting, B. & Sutherland, S. (2022). Possibilities and Practices of Systemic Design: Questions for the Next Decade of Relating Systems Thinking and Design. *Proceedings of RSD*, Brighton, UK. ISSN 2371-8404
- Tang, A. & Nakarada-Kordic, I. (2022). Unpacking notions of community: Critical design and exhibition as a creative participatory research method. *The Design Journal*, 26(1), 97–120. <https://doi.org/10.1080/14606925.2022.2144493>
- Thackara, J. (2005). *In the Bubble*. Cambridge: MIT Press.
- Tharp, B. M. & Tharp, S. M. (2018). *Discursive Design*. MIT Press, Cambridge, MA.
- UN (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Vallor, S., & Vierkant, T. (2024). Find the Gap: AI, Responsible Agency and Vulnerability. *Minds & Machines* 34, 20. <https://doi.org/10.1007/s11023-024-09674-0>
- Vinsel, L., & Russell, A. L. (2020). *The Innovation Delusion*. Currency Books.
- Wahl, D. C. (2016). *Designing Regenerative Cultures*. Triarchy Press.
- Wallach, W. & Allen, C. (2008). *Moral Machines: Teaching Robots Right from Wrong*. Oxford University Press, Inc., USA.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Retrieved March 6th, 2023, from <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Welier, A. & McKenzie, D. (2017). Moving from Prototyping to “Provotyping”. Medium, 25 August. <https://medium.com/@thestratosgroup/moving-from-prototyping-to-provotyping-ceedf42a48e90>
- Widdicks, K., Lucivero, F., Samuel, G., Somavilla Croxatto, L., Tavares Smith, M., Ten Holter, C., Berners-Lee, M., Blair, G. S., Jirotko, M., Knowles, B., Sorrell, S., Börjesson Rivera, M., Cook, C., Coroamă, V. C., Foxon, T. J., Hardy, J., Hilty, L.M., Hinterholzer, S., & Penzenstadler, B. (2023). Systems thinking and efficiency under emissions constraints: Addressing rebound effects in digital innovation and policy. *Patterns*, 4, 2, 100679, <https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100679>
- Wong, R. Y. & Khovanskaya, V. (2018). Speculative Design in HCI: From Corporate Imaginations to Critical Orientations. In: Filimowicz, M. & Tzankova, V. (eds.) *New Directions in Third Wave Human-Computer Interaction: Volume 2 - Methodologies Human-Computer Interaction Series*, pp. 175–202. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73374-6_10

MICHAEL STEAD

m.stead1@lancaster.ac.uk
SCHOOL OF DESIGN, IMAGINATION DESIGN
RESEARCH LAB, LANCASTER UNIVERSITY,
LANCASTER, UNITED KINGDOM
ORCID ID 0000-0003-1238-2328

COMO ACADÉMICO DE DISEÑO DE FUTUROS SOSTENIBLES, LA INVESTIGACIÓN PRÁCTICA DE MICHAEL EXPLORA LAS OPORTUNIDADES SISTÉMICAS Y LOS RETOS QUE PLANTEAN LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES, COMO INTERNET DE LAS COSAS Y LA IA, PARA ALCANZAR OBJETIVOS CLIMÁTICOS COMO EL CERO NETO Y LAS ECONOMÍAS CIRCULARES. COMO INVESTIGADOR PRINCIPAL Y COINVESTIGADOR EN SUBVENCIONES DE 2,5 MILLONES DE LIBRAS DEL UKRI, ESTÁ PROMOVRIENDO ENFOQUES DE DISEÑO ESPECULATIVO, DISEÑO MÁS QUE HUMANO Y PARTICIPATIVO PARA DESARROLLAR HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS CON SOCIOS COMUNITARIOS, POLÍTICOS E INDUSTRIALES QUE APOYEN LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS E INFRAESTRUCTURAS TECNOLÓGICAS SOSTENIBLES Y EQUITATIVAS.

AS LECTURER IN SUSTAINABLE DESIGN FUTURES, MICHAEL'S PRACTICE-LED RESEARCH EXPLORES THE SYSTEMIC OPPORTUNITIES AND CHALLENGES EMERGING TECHNOLOGIES INCLUDING INTERNET OF THINGS AND AI POSE FOR ACHIEVING CLIMATE GOALS LIKE NET-ZERO AND CIRCULAR ECONOMIES. A PRINCIPAL/CO-INVESTIGATOR ON £2.5M UKRI GRANTS, HE IS ADVANCING SPECULATIVE, MORE-THAN-HUMAN AND PARTICIPATORY DESIGN APPROACHES TO DEVELOP TOOLS AND STRATEGIES WITH COMMUNITY, POLICY, AND INDUSTRY PARTNERS THAT SUPPORT ADOPTION OF SUSTAINABLE AND EQUITABLE TECHNOLOGICAL PRACTICES AND INFRASTRUCTURES.