


## Modelos de negocio circulares para o Sector Eléctrico e Electrónico e RAEE. Medidas para a súa difusión e implementación en México

Circular business models for the electrical and electronics equipment and e-waste sector. Measures for their dissemination and implementation in Mexico

Sugey de Jesús López Pérez<sup>1,a</sup> 

<sup>1</sup> Economía Financeira e Contabilidade. Universidade de Vigo, Campus universitario s/n, 36310, Vigo, Pontevedra, España



[asugeyjesus.lopez@uvigo.gal](mailto:asugeyjesus.lopez@uvigo.gal)

Recibido: 18/Octubre/2023; Aceptado: 04/Febrero/2024

### Resumo

Destácase a importancia dos modelos de negocio co enfoque da economía circular (EC) para cambiar as dinámicas daniñas que subxacen na cadea de valor do sector eléctrico e electrónico e reducir os residuos. O obxectivo é identificar medidas, particularmente financeiras e fiscais, acordes para o deseño e difusión de modelos de negocios circulares (MNC) en México. Utilizouse a metodoloxía do *Policy Package*. O procedemento consiste na revisión da literatura e un diagnóstico sectorial e da regulación ambiental, o deseño de medidas e o seu contraste para formular o paquete de medidas integrais. Conclúese que a aliñación sistémica da EC na regulación ambiental mexicana é un paso necesario para reorientar pautas de produción e consumo sustentables. É posible implementar MNC cun adecuado interface e sinerxías entre as estratexias gobernamentais e o sector empresarial nas diferentes fases da cadea de valor deste sector. Particularmente, as medidas fiscais e financeiras inflúen no comportamento dos axentes para o investimento, o aforro e para as súas provisións de custos e gastos, podendo orientar con iso os patróns de circularidade.

**Palabras chave:** Modelos de negocio circulares; Sector eléctrico e electrónico; Residuos electrónicos; Paquete de políticas para a economía circular; Medidas fiscais e financeiras; México.

## Abstract

This paper highlights the importance of business models with a Circular Economy (CE) approach to change the harmful dynamics underlying the value chain of the Electrical and Electronics sector and to reduce waste. The objective is to identify measures, particularly financial and fiscal ones, which are suitable to design and disseminate Circular Business Models (CBMs) in Mexico. The *policy package* methodology has been used, whose procedure includes a literature review and a sectoral and environmental regulation diagnosis, as well as a plan of measures along with comparisons in order for there to be a comprehensive package. A conclusion drawn is that the systemic alignment of CE in Mexican environmental regulation is a necessary step to redirect sustainable production and consumption patterns. It is possible to implement CBMs with an adequate interface and synergies between government and business sector strategies at the different stages of the Electrical and Electronic Equipment (EEE) value chain. In particular, tax and financial measures influence agents' investment and savings behavior and their cost and expenditure provisions and can thus guide circularity patterns.

**Keywords:** Circular business models; Electrical and electronics sector; E-waste; Circular economy Policy Package; Fiscal and financial measures; Mexico.

**JEL:** L63; L88; M21; H23; Q53.

## 1. INTRODUCCIÓN

A contaminación por residuos de aparellos eléctricos e electrónicos (en diante RAEE) constitúe o fluxo de residuos de máis rápido crecemento no mundo ([Foro Económico Mundial \[WEF\] 2019](#)). No ano 2019, alcanzou os 53,6 millóns de toneladas métricas (Mt), aproximadamente unha media de 7,3 kg per cápita, dos cales se calcula que só o 17,4% foi recollido e reciclado adecuadamente ([Forti et al., 2020](#)). O 82% de lixo electrónico non xestionado (ou mal xestionado) é un problema substancial para os contornos ecolóxicos e, polos seus contidos tóxicos, para afeccións de tipo sanitario ([Organización Mundial da Saúde, 2022](#)). Segundo [Forti et al. \(2020\)](#), de continuar con ese ritmo prevese que esta cifra aumente en 74,7 Mt para o ano 2030. Segundo o informe do [WEF \(2019, p. 10\)](#) "para o ano 2050 podería situarse en 120 Mt".

Neste serio problema global de contaminación e sanitario por residuos electrónicos, México sitúase no undécimo lugar mundial e no terceiro posto do continente americano (con cifras de 1.220 quilotóns (kt) xerados en 2019), por detrás de Estados Unidos (EEUU) (6.918 kt) e Brasil (2.143 kt) ([Forti et al., 2020, p. 72](#); [García & Manske, 2019, p. 42](#)). A suma destes tres países americanos supera a cifra acadada por China (10.281 kt vs. 10.129 kt), o país que se sitúa como o maior xerador de RAEE no mundo, cunha poboación que supera nun 50% a alcanzada entre EEUU, México e Brasil. En canto á recollida e reciclaxe dos RAEE, México xestiona (conforme á normativa) menos do 3% do total de lixo electrónico xerado ([Forti et al., 2020](#)), polo que 854 kt de RAEE corresponden a lixo electrónico non regulado, estendendo con iso severos danos ecolóxicos e de saúde que afectan, especialmente, os sectores sociais máis vulnerables.

A redución desta contaminación implica moitos retos, dada a complexidade do sistema económico, o papel clave do sector de aparellos eléctricos e electrónicos (AEE) en todos os ámbitos da vida, a innovación continua, a competitividade e a busca de beneficios que guían todos os procesos industriais, modelos de negocio (MN), axentes (as súas necesidades e obxectivos) e políticas. Todo isto favorece o constante aumento da produción e consumo de AEE que, ao se cumprir o ciclo de vida marcado pola obsolescencia, dá lugar ao problema da acumulación dos residuos.

Nas últimas décadas, véñense desenvolvendo posibles camiños para redefinir os procesos e as regras no deseño dos produtos, na comercialización e no problema dos residuos. A transición cara á economía circular (EC) é un camiño que ten en conta a substitución de "fin de vida" por alternativas diversas que melloren o funcionamento do ciclo de vida de inputs e outputs dos produtos para minimizar o impacto ambiental e facilitar a xestión dos residuos. Este é o caso dos modelos de negocios circulares (MNC). O enfoque sistémico da EC implica intervir en todas as fases da cadea de valor e nos métodos que subxacen dentro destas para cambialos por un modelo de produción e consumo que, como suxire [Vence \(2023\)](#), flúa, idealmente, maximizando o seu valor en ciclos de reutilización perpetua, de xeito relativamente autosostible, salvagardando os impactos ambientais ao longo de toda a cadea e minimizando a extracción de novos recursos e a xeración de residuos.

O marco legal e institucional (sistémico e integral) da EC é un nexo clave entre os participantes e os elementos que integran o sistema económico. En México, institucións ecolóxicas como a Secretaría do Medio Ambiente e Recursos Naturais (SEMARNAT) e o Instituto Nacional de Ecoloxía e Cambio Climático (INECC) sinalaron a importancia de avanzar no marco normativo ambiental mexicano co propósito de concibir a lexislación ambiental como o mecanismo complementario dun sistema económico sustentable que transite cara a un modelo

de desenvolvemento de economía circular (INECC, 2021a). A pesar diso, os progresos a nivel nacional en materia de EC son modestos e avanza lentamente.

Partimos do suposto de que o MNC é a actividade ou o servizo que ten en conta os principios de EC nunha parte ou en toda a cadea de valor da empresa/sector e que, para lograr a súa difusión, é conveniente a implementación de estratexias que integren de forma coherente unha pluralidade de instrumentos. A hipótese é que, desa pluralidade de instrumentos, as medidas de tipo fiscal e financeiro son as que presentan maior potencialidade. O obxectivo consiste en identificar estratexias, particularmente financeiras e fiscais, que favorezan a difusión de MNC no sector AEE e RAEE en México. As estratexias deséñanse a partir dunha adaptación da metodoloxía *Policy Package* (Givoni *et al.*, 2013).

O artigo contén cinco puntos, ademais desta introdución. No segundo, incorpórase a revisión da literatura sobre os MNC e destácanse os factores que facilitan a súa posta en marcha, así como as barreiras que os bloquean. No terceiro, expónse a metodoloxía. No cuarto, realízase un diagnóstico da cadea de valor AEE e dos residuos AEE, de onde se obtén a versión sintética dos factores condicionantes ou prerequisites mínimos necesarios para implementar os MNC na cadea de valor do sector AEE mexicano. O número cinco presenta as estratexias obtidas conforme o grao de oportunidade/potencialidade das estratexias para o deseño e difusión de actividades circulares no sector AEE e, finalmente, no seis expóñense as conclusións.

## 2. ECONOMÍA CIRCULAR E MODELOS DE NEGOCIO

Salvagardar a limitada capacidade de carga planetaria sería o proxecto xenuíno da economía circular. Como visión transformadora, a economía circular depende do conxunto dun gran número de esforzos e de estratexias sistémicas capaces de transformar(nos) nun modelo de produción e consumo de fluxo circular, suficiente para afastarse da dependencia da base material (extractivismo daniño), do uso intensivo de recursos críticos, do sobreconsumo e da contaminación (por emisións de CO<sub>2</sub>, gases diversos, efluentes, produtos químicos daniños e residuos) (Vence, 2023). Nesa visión transformadora, concorren diversas dimensións e propostas<sup>1</sup> emerxentes que procuran achegar solucións e novos desenvolvementos e innovacións para que sexa posible a transición cara a unha economía circular, desde o nivel micro ao nivel sistémico, desde a produción ao consumo e posconsumo, no ámbito privado e no público.

Para a Fundación Ellen MacArthur [EMF] (2013), a EC é un sistema industrial que, desde a etapa de deseño dos produtos, está pensado para que en cada paso do proceso de produción, ademais de renovable e non daniño, se asegure substituír o concepto de fin de vida polo de restauración, punto onde terán lugar os fluxos continuos da EC: ciclos técnicos (reutilización, reparación, remanufactura e reciclaxe) e ciclos biolóxicos (rexenerar a natureza). Para iso, desde a idea do deseño estarán presentes os principios da EC como criterios necesarios para implementar pautas orientadas a unha transición cara á EC: a) eliminar os residuos e a contaminación; b) circulación de produtos e materiais; e c) rexeneración do sistema natural. Ademais de ofrecer unha visión técnica e sistémica da EC, a EMF considera esencial a integración das empresas neste enfoque para construír un novo sistema de circularidade.

Para o desenvolvemento da EC, a presenza da eco-innovación é un elemento clave, así como a innovación tecnolóxica en procesos e produtos e tamén a innovación en modelos de negocio e a innovación social (Vence & Pereira, 2019). Resulta particularmente importante a

---

<sup>1</sup> Referímonos a propostas bioeconómicas, industriais, técnicas, tecnolóxicas, non tecnolóxicas ou empresariais, a valores e cambios sociais, ao marco institucional e a cambios legislativos.

innovación nos MN coa intención de emprender ou reconverter (parcial ou totalmente) propostas de valor orientadas á circularidade e acordes aos principios da EC. Un MN constitúe a estratexia holística e de valor que define unha empresa ou un conxunto de empresas que conforman unha cadea de valor (Osterwalder & Pigneur, 2010; Pereira, 2023). Os MNC teñen lugar nunha nova categoría de empresa onde esa estratexia holística e de valor promove a realización de actividades e servizos circulares. "Pode haber empresas que nacen cun propósito circular, empresas que modifiquen parcialmente os seus procesos de negocio e empresas que reorienten un cambio máis profundo, con capacidade para desencadear un cambio sistémico nunha industria ou sector" (Briguglio et al., 2021; Pereira, 2023, p. 208). Certamente, existe unha diversidade de modelos de negocio que poden contribuír á EC en función da fase do proceso de produción, da estratexia de creación de valor e do tipo de relación co usuario/cliente (Bocken et al., 2016; Massa et al., 2016; Pereira, 2023; Smith-Gillespie et al., 2017).

Unha das primeiras propostas de MNC senta as súas bases na *economía de alto rendemento* (*The Performance Economy* (PE)) de Stahel (2010, 2019), quen formula cambiar o concepto de venda do ben por aquel que oferta servizos, e no que poden ter lugar os MNC. A PE ten que ver con reter a propiedade dos bens por parte dos produtores/vendedores para garantir o seu rendemento e a responsabilidade dos recursos incorporados nel durante todo o seu período de vixencia útil e da súa fase final. O valor do negocio recae na optimización do uso/utilización do produto e non no volume de pezas producidas e vendidas. Isto é, trátase de aproveitar os rendementos dos produtos cambiando na estratexia de negocio a venda polos servizos, e así garantir a funcionalidade (maximizar a vida útil) do e para o produto durante o maior tempo posible. Coa combinación desta estratexia de negocio de alto rendemento prevéñense perdas (económicas/custos) e residuos, entendendo isto como unha contribución á sostibilidade.

Para a EMF (2013), a clave está no ecodeseño conforme o concepto de *cradle to cradle*, de forma que todo sexa concibido para garantir o perfecto aproveitamento dos materiais ao final da vida útil dos bens. Cando unha empresa ten a capacidade de deseñar produtos (e compoñentes) de longa duración, atopa oportunidades de MNC. Os produtos con deseño circular ofrecen un custo de oportunidade, fronte aos produtos de produción lineal, porque se poden aproveitar as vantaxes da trazabilidade dos bens producidos desde a súa orixe ata a restauración e reutilización. Para iso, requírese un bo coñecemento das necesidades dos participantes da cadea de valor e tamén de innovación continua. Para Bocken et al. (2016), a fase de deseño dos produtos resulta esencial para frear o uso de novos recursos naturais. O deseño inclúe a creación de produtos duradeiros e incorpora as precaucións necesarias para prolongar a vida útil unha vez en uso. Para logralo, facilita o mantemento e a reparación; a actualización e a posibilidade de mellora; a estandarización e a compatibilidade; e a desmontaxe e a reensamblaxe. Polo tanto, o deseño é o patrón circular que adquire a capacidade de romper co esquema lineal, freando ou reformulando a cadea de valor da EC. Non obstante, tendo en conta que convivimos con produtos existentes e que a empresa ten distintas naturezas, resulta relevante o lugar que ocupan as estratexias con sentido ecolóxico responsable para minimizar os problemas ambientais. Como sinala Pereira (2023, p. 217), "a EC require un cambio disruptivo de modelo ao longo da cadea de produción de bens (desde a concepción ata o seu uso/consumo), pero é posible diferenciar cambios parciais cara á circularidade en diferentes fases da cadea involucrando diferentes empresas e os seus respectivos MN". Todo isto sen obviar que, visto desde unha visión sistémica da cadea de valor, eses pasos parciais poden incluso dar lugar a certas contrariedades (Bocken & Short, 2021).

Stahel e a EMF atribúenlles unha relevancia particular ás actividades de empresa que reteñen a propiedade dos bens para ofertar servizos de xestión por uso como o alugueiro (de inmobles, transporte e/ou equipos e ferramentas) para uso común, compartido e colectivo, ou ben cando unha empresa retén a propiedade e garante a vida útil do ben a través de servizos

de arrendamento financeiro ou leasing (formato tradicional para maquinaria agrícola, equipo médico e industrial). Nestes esquemas, a empresa encárgase dos servizos técnicos para o mantemento, a reparación, o reacondicionamento, as melloras tecnolóxicas e as demais necesidades operativas que se requiran a fin de garantir e prolongar a vida útil do ben, así como da xestión dos residuos e da reciclaxe. Ademais, este conxunto de servizos técnicos pode funcionar, e de feito ocorre, como actividades alternas á retención da propiedade dos bens. Neste punto, Stahel (2013) expón que existe a desvantaxe do descoñecemento de fabricación do ben, polo que os compoñentes, a trazabilidade e a vida final circular se verían afectados, orixinando con iso a ausencia do responsable efectivo final, os residuos danos e o aforro de custos.

Igualmente, considéranse MNC aqueles centrados na redución de consumos de recursos, na reutilización dos bens, na reparación e na remanufactura dos bens ou reciclaxe dos materiais. O traballo de proxecto  $R^2\pi$  (Smith-Gillespie et al., 2017) explora estudos de caso de empresas que incorporan na súa estratexia de negocio algún patrón de circularidade. Entre as actividades e servizos que responden a un patrón de circularidade correspondente á cadea de valor (circular) dun produto, están os seguintes: deseño; aprovisionamento circular con base nas materias primas renovables, reciclables ou recicladas; recuperación de coprodutos; reacondicionamento e reparación; remanufactura; acceso, funcionalidade e recuperación de recursos. Como se dixo, o deseño representa o patrón circular de maior potencialidade para o concepto "ciclo de vida" do produto. Para a EC, este elemento fundamental, desde a idea de prototipo, a materia prima e os compoñentes directos ata os procesos que utilizan, favorece os medios para que flúan os patróns circulares dos modelos de negocio en toda a cadea de valor (producción-consumo/uso-residuos ou fin de ciclo) (véxase Pereira, 2023).

Abrir o camiño cara aos MNC nas súas formas de empresa de nova creación para as actividades e servizos alternos ao produto ou activos, ou para cambios máis integrais e sistémicos nun sector ou industria, require medios que habiliten o seu impulso. É clave a implicación e participación empresarial (Briguglio et al., 2021) que, unidas ao conxunto de factores que facilitan, e nalgúns casos condicionan, a súa implantación e difusión, deberán ir acompañadas das regras do xogo que facultan os principios de EC (Rodríguez & Vence, 2023). Por suposto, as políticas integrais e sistémicas da EC (*Policy Packages*) son un factor fundamental para definir regras e incentivos que orienten os comportamentos, estratexias e nexos clave entre os participantes, produtores e consumidores dos novos MNC e os procesos que subxacen no modelo que se quere abandonar.

En Briguglio et al. (2021) e Rodríguez e Vence (2023) estúdanse os factores que facilitan a posta en marcha dos MNC, así como as barreiras que lle poñen freo á súa promoción. Identificar estes factores implica un proceso que teña en conta as condicións físicas, sociais e culturais, o capital humano, os recursos naturais e a contorna ambiental, o marco institucional, a gobernanza e, en suma, todo aquilo que rodea a empresa/industria. Por esta razón, é relevante prestarlle atención ao conxunto, distinguindo aqueles factores, facilitadores ou dificultadores, que teñen orixe interna (proprios da empresa) ou externa (mercados, institucionais, legais...). Rodríguez e Vence (2023) realizan un repaso da literatura reparando nestes factores para os MNC, como proposta de valor das empresas/organizacións, e mostran que son de diverso tipo (ambiental, tecnolóxico/organizacional, económico, social e institucional) e que inflúen, como elementos internos e externos á empresa, tanto na súa forma positiva (impulsores) como na negativa (barreiras). Así mesmo, aplican ese marco de análise ao estudo de caso para un grupo de empresas do sector da electrónica elaborado polo proxecto  $R^2\pi$  (Smith-Gillespie et al., 2017). A partir da mostra de casos analizados destacan que, entre os obstáculos externos máis significativos que sinalan as empresas, están o papel que teñen as políticas públicas e os factores institucionais. Precisamente, estes factores son motores claves para enviarlles sinais



de cambio aos axentes económicos, xa que permiten tanto influír nos patróns de produción como na adopción dun consumo responsable, coa vantaxe adicional de poder actuar de modo dinámico, reforzando os factores condicionantes apropiados para a diversidade de empresas/sectores.

### 3. METODOLOXÍA

Esta investigación parte do suposto de que o modelo de negocio circular é a actividade ou o servizo que ten en conta os principios da EC, nunha parte ou no conxunto da cadea de valor da empresa/sector, e que para lograr a súa difusión é conveniente a implementación de estratexias políticas que integren de forma coherente unha pluralidade de instrumentos. Neste sentido, o obxectivo consiste en identificar estratexias, particularmente financeiras e fiscais, acordos para o deseño e difusión de MNC no sector de AEE e abordar o problema de acumulación de residuos eléctricos e electrónicos en México. Para cumprir ese obxectivo, utilízase unha adaptación da metodoloxía de *Policy Packages* (Givoni et al., 2013; Rogge & Reichardt, 2016; Wicki et al., 2019) co propósito de identificar un conxunto de medidas políticas coherentes e complementarias, destacando singularmente aquelas relativas aos factores económicos de tipo fiscal e financeiro. Así mesmo, tómanse en conta os resultados do proxecto de cooperación de EC con América Latina (Vence et al., 2023). Conforme coa metodoloxía de *Policy Packages*, unha vez identificados os tipos de MNC máis relevantes para a circularidade da cadea de AEE e RAEE, realízase un diagnóstico sistemático dos trazos estruturais esenciais da dita cadea. Tense en conta as súas fortalezas e debilidades, o tipo de MNC presentes, así como o marco normativo existente, cos seus desenvolvementos, carencias, barreiras e motores, ademais do mapa de políticas en vigor vinculadas á sustentabilidade e á EC. A partir deses inputs, realízase un proceso cos pasos sucesivos da formulación de estratexias políticas, de acordo á metodoloxía *Policy Package*, que comeza coa elaboración dunha listaxe ampla de medidas posibles e unha avaliación preliminar de virtualidades, complementariedades e contradicións entre elas que deben permitir, mediante pasos sucesivos, realizar a selección final daquelas que se consideran con maior viabilidade e maior potencial de impacto para a consecución dos obxectivos a curto e medio prazo.

En tal sentido, para perfilar o *Policy Package* séguese unha estratexia metodolóxica que comeza coa revisión da literatura sobre os modelos de negocio da EC. Desta primeira parte, obtemos dúas achegas para o deseño de estratexias. Unha, as actividades e os servizos que se caracterizan como modelos de economía circular, é dicir, os MNC que poden ser implementados polo sector AEE. Dúas, que para a difusión e implementación dos MNC cómpre ter en conta os factores internos e externos á empresa, tanto na súa forma positiva (impulsores) como na negativa (barreiras), que actúan como elementos mínimos necesarios para poder determinar a potencialidade das estratexias. En consecuencia, para coñecer estes factores realizouse un diagnóstico da cadea de valor do sector AEE e do problema dos residuos en México. Coas precaucións necesarias, utilizáronse reportes divulgativos e operativos e informes gubernamentais, datos dispoñibles co obxecto de buscar a regulación ambiental e da EC en México relativas ao sector AEE e aos seus residuos.

Unha vez realizado o diagnóstico, sintetizamos os resultados conforme o grao de potencialidade que poden ter os MNC segundo cada fase da cadea de valor de AEE, tendo en conta o desenvolvemento mínimo necesario dos factores internos e externos, os prerequisites (ou condicionantes) para o seu impulso (Táboa 2). A partir destes resultados, fórmulanse as medidas de carácter político que poden contribuír ao impulso deses MNC, tomando como base a listaxe de medidas identificadas na literatura (Vence & López, 2023). A continuación,

preséntase aquela selección que pode resultar máis eficaz a curto e medio prazo, levando a cabo un exercicio de contraste de sinerxías e contradicións entre as medidas propostas para, finalmente, definir un "paquete de políticas" integrado ([Táboa 3](#)), no cal destacamos especialmente as medidas de tipo financeiro e fiscal.

## 4. A CADEA DE VALOR, MARCO NORMATIVO E MODELOS DE NEGOCIO DO SECTOR DE APARELLOS ELÉCTRICOS E ELECTRÓNICOS EN MÉXICO

### 4.1. A participación de México na cadea produción de AEE

Á hora de formular estratexias de EC para este sector é importante ter presente a dimensión cuantitativa e cualitativa das actividades produtivas localizadas no país e o seu papel na cadea global de valor. Como ocorreu na maioría dos sectores económicos, a partir do último terzo do século pasado o sector de AEE mexicano transformouse nun sector altamente globalizado e estratéxico para o seu crecemento, xa que, ademais dos seus propios procesos de produción, ten unha ampla participación nos procesos de fabricación doutras industrias. A actividade do sector consiste na fabricación e no ensamblado dunha gran variedade de aparellos electrónicos e de equipos de xeración de enerxía eléctrica (computadoras, equipos de comunicación, audio e vídeo, equipos e compoñentes electrónicos, aparellos eléctricos de uso doméstico e outros equipos e accesorios electrónicos) ([Instituto Nacional de Estadística y Geografía, \[INEGI\] 2023](#)) tanto para a demanda interna como para a exportación global.

A presenza desta industria mexicana é moi significativa a nivel internacional. De feito, 9 das 10 máis grandes compañías industriais AEE operan en territorio mexicano ([García Manske, 2019, p. 57](#)), situadas en diferentes estados<sup>2</sup> do país: Baja California (BC), Chihuahua, Novo León, Sonora, Jalisco e Cd. de México. As compañías industriais de maior presenza son LG, Samsung, Intel, HP, Ericsson, Flextonics e Motorola. No mercado global, a industria AEE mexicana figura como o principal exportador de pantallas e o cuarto exportador de computadoras ([García & Manske, 2019; SEMARNAT, 2020b](#)).

Conforme a Secretaría de Economía (SE) (2022), no ano 2021 a participación mexicana en porcentaxes do total, tanto en exportacións (2,81%) como en importacións (3,05%) globais, obtivo o décimo lugar. Os principais países exportadores son China (31,4%), Taiwán (7,86%) e Corea do Sur (7,06%). Os principais importadores foron EE. UU. (12,7%), Hong Kong (12,0%) e China (10,7%). En 2022, o intercambio comercial total AEE mexicano foi de US\$ 213.364 M (formado por un 55% de compras internacionais e por un 45% de vendas internacionais). Os estados con maior número de vendas internacionais foron BC (20,9%), Chihuahua (19,3%), Tamaulipas (11,8%), Novo León (11,7%) e Jalisco (11,2%), cuxo principal comprador foi EE. UU., seguido de Canadá, China, Países Baixos e Brasil. En canto ás compras internacionais, o primeiro lugar ocúpao Chihuahua (24,3%), Jalisco (15,7%), Baja California (11,3%), Novo León (8,82%) e Tamaulipas (8,1%), sendo China o principal país provedor e EE. UU. o segundo.

---

<sup>2</sup> Aceptación que se refire aos estados membros do país Estados Unidos Mexicanos (México). Fai referencia á división ou á unidade delimitada territorialmente das entidades federativas do territorio mexicano, que é a forma en que se divide unha federación.



## 4.2. Problemática da produción-consumo de AEE e os RAEE

Está claro que as fases críticas desta CV, desde a perspectiva da EC, están na extracción de recursos moi singulares e no volume de residuos perigosos xerados. O incremento acelerado da produción e do consumo de AEE xera importantes problemas con estes residuos. As tendencias de crecemento global de residuos electrónicos son alarmantes. Segundo os datos dispoñibles, en 2019 xeráronse 53,6 Mt no mundo, dos cales só se recolleron o 17,4%. "Para 2030, espérase que os residuos electrónicos aumenten a 74 Mt, a razón de case 2 Mt de crecemento por ano" (Forti et al., 2020, p. 24; PROFECO, 2021). En cambio, as taxas de reciclaxe e recollida non seguen o mesmo ritmo. O crecemento por ano é de 0,4Mt de recollida documentada (Forti et al., 2020).

A nivel latinoamericano, México sitúase como o segundo produtor de residuos AEE. En 2019, xeráronse máis de 1,1 millóns de toneladas de RAEE (aproximadamente 9,7 kilos de RAEE por consumidor, segundo cifras contabilizadas), e estímase que para 2026 esta cifra podería crecer un 17% (OCDE, 2019; SEMARNAT, 2020b). Do total de toneladas RAEE xeradas, aproximadamente o 6% delas contan con materiais tóxicos para a saúde e o ambiente. Entre os estados cunha maior xeración de RAEE sitúanse a BC, a Cidade de México e Jalisco, cuxo volume anual é de 58 mil, 117 mil e 82 mil toneladas por estado, respectivamente (SEMARNAT, 2020a, 2020b).

En canto á recollida e reciclaxe dos residuos AEE, México xestiona (conforme a normativa) menos do 3% do total de lixo electrónico xerado (Forti et al., 2020); 854 kt de residuos AEE corresponden a lixo electrónico non regulado, estendendo con iso severos danos ecolóxicos e de saúde. Segundo García & Manne (2019, p. 42), "estímase que arredor da metade destes refugallos termina en recheos sanitarios ou como lixo non controlado". Efectivamente, as actividades de recollida e reciclaxe son moi insatisfactorias. México conta con 153 empresas autorizadas no manexo de residuos electrónicos, situadas principalmente en Baja California, Cidade de México, Jalisco e outras que se atopan distribuídas polo país, que operan seguindo os criterios harmonizados coa caracterización de Nacións Unidas. O proceso no manexo dos residuos componse de catro niveis: o primeiro encárgase da loxística de aprovisionamento e recolección, transporte e almacenamento; o segundo, da selección grossa doutros residuos non electrónicos; o terceiro, da separación selectiva de compoñentes e materiais reutilizables, disposición ou tratamento de materiais tóxicos e reacondicionamento e reparación de equipamentos electrónicos; e o cuarto do refinado dos materiais e da eliminación da súa toxicidade (SEMARNAT, 2017).

A capacidade para reutilizar e remanufacturar está pouco desenvolvida. REMSA é unha das escasas empresas dedicadas á reutilización de produtos que conservan condicións de uso co obxectivo de levar a cabo actividades de reparación ou de remanufactura. Si existe, non obstante, un importante sector de reparación e de mantemento de AEE, para prolongar a vida útil dos bens e aprazar os residuos, que ocupa miles de pequenas empresas e autónomos (43.642) e que xeran un volume importante de emprego (97.642) en todo o país.

Hai que sinalar que o nivel de RAEE producidos en México non é o único gran problema que resaltar. A iso súmanse as grandes cantidades de toneladas de residuos electrónicos provenientes de países desenvolvidos (EEUU, gran parte dos europeos e Australia). México é un dos principais países receptores de residuos electrónicos, despois de China e da India (SEMARNAT, 2017, p. 192). Todo isto dá lugar a importantes externalidades negativas, que van desde contaminación e afeccións sanitarias ata vicios no sectores informais. Aínda que estes últimos teñen a capacidade de organizarse e funcionar baixo as súas propias regras, quedan illados dos dereitos laborais, coexisten na precariedade con dereitos limitados de atención

médica e non contan con tarxeta sanitaria nin cotizacións, malia que están expostos constantemente aos elementos perigosos dos RAEE.

### 4.3. Marco normativo ambiental dos residuos eléctricos e electrónicos

A redución da contaminación é conexas co desenvolvemento das políticas ambientais ditadas para cambiar os patróns de danos de produtores e consumibles. A entrada en vigor da Lei xeral de equilibrio ecolóxico e protección ambiental (LGEEPA) ([Diario Oficial de la Federación \[DOF\], 1988](#)), que substituíu a primeira e segunda lei federal para a protección ambiental, supuxo un importante desenvolvemento na política ambiental mexicana para combater o problema da contaminación. Para lles dar atención aos problemas ambientais e de saúde provenientes da incorporación dos RAEE, en 2003 promúlgase a Lei xeral para a prevención e xestión integral dos residuos (LGPGIR) ([DOF, 2003](#)). Esta lei específica establece avances conforme o acordado nos convenios de Basilea (1989) sobre os movementos transfronteirizos dos refugallo perigosos e de Estocolmo (2001) sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP). A través da LGPGIR de 2003, e a súa actual reforma de 2023, búscase regular a prevención, valorización e xestión integral dos residuos perigosos (RP), residuos mineiros e metalúrxicos (RMM), sólidos urbanos (RSU) e de manexo especial (RME), así como previr a contaminación de sitios con estes residuos e levar a cabo a súa remediación (medidas para asegurar un nivel para a saúde e o ambiente) ([DOF, 2023b](#)).

A regulación dos RAEE sitúase no grupo dos RME, identificados como "*residuos tecnológicos* provenientes das industrias da informática, fabricantes de produtos electrónicos ou de vehículos automotores e outros que, ao transcorrer a súa vida útil, polas súas características requiren dun manexo específico" (fracción VIII, art. 19) ([LGPGIR DOF, 2023b](#)). A través da norma NOM-161-SEMARNAT-2011 (NOM-161), a SEMARNAT (en consonancia coa LGPGIR) establece a regulación dos RME conforme a implementación dos plans de manexo (PM). Os PM son un instrumento ambiental que busca inducir a produtores, exportadores, importadores e distribuidores dos produtos a tomar accións encamiñadas a maximizar o aproveitamento e valoración dos residuos con base en estratexias e accións que deberán ser técnica, ambiental e economicamente factibles e socialmente aceptables. Conforme esta Norma (NOM-161), os AEE convertidos en residuos industriais da informática e dos fabricantes de produtos electrónicos (para estes efectos, os RAEE) suxeitos a elaborar os PM son: computadoras persoais de escritorio e os seus accesorios; computadoras persoais portátiles e os seus accesorios; teléfonos celulares; monitores con tubos de raios catódicos (incluíndo televisores); pantallas de cristal líquido e plasma (incluíndo televisores); reprodutores de audio e vídeo portátiles; cables para equipos electrónicos e impresoras, fotocopiadoras e multifuncionais ([DOF, 2013](#)).

Conforme a SEMARNAT e o Programa das Nacións Unidas para o Desenvolvemento (PNUD) ([2019](#)), a agrupación dos residuos electrónicos como RME supón obstáculos importantes para a implementación de instrumentos e políticas ambientais. De feito, a clasificación dos RME non coincide coa dos convenios de Basilea e de Estocolmo, posto que unha proporción importante destes residuos conteñen altos niveis de toxicidade para a saúde humana (COP, substancias químicas e metais pesados), o que fai pertinente identificalos como RP. Ademais, o último diagnóstico para a xestión integral de residuos ([SEMARNAT, 2020a, p. 130](#)) menciona que "a lista proporcionada pola norma NOM-161 segue sendo limitada, incompleta e desactualizada para identificar os residuos útiles para a reciclaxe, e mesmo para definir con claridade as características do residuo, tanto para os xeradores como para as autoridades encargadas da súa vixilancia".

Efectivamente, nos convenios de Basilea e de Estocolmo México e os estados asinantes acordan definir límites á contaminación xerada polos residuos perigosos e tóxicos que se atopan nos RAEE, obrigando a controlar este tipo de residuos que incorporan toxicidade e co que se prevé a interrupción da súa importación e exportación, aínda que se pode establecer unha exención para a produción e uso dunha substancia (García & Manske, 2019). Estes acordos marcaron un fito favorable para atender o lixo electrónico xerado polos equipos celulares ou equipos móbiles. En México véñense implementando medidas para reverter o modelo lineal nestes produtos a través dos MNC (INECC, 2021b) co fin de xestionar os ditos residuos para a reparación, recuperación de materiais, reciclaxe e disposición última. Esta iniciativa parece ofrecer froitos na recuperación destes equipos, aínda que a produción segue sendo moi elevada. Segundo o último informe de diagnóstico da SEMARNAT (2020a), os valores dos móbiles acumularon 2,1 millóns de equipos, que en peso representan 325 toneladas, pero os accesorios recuperados case duplicaron (633 toneladas) o peso total.

Tamén se conta con outras regulacións ambientais –dados os problemas de caracterización dos RAEE– que inciden de modo transversal na regulación dos residuos electrónicos, aínda que figuran como normas simplemente enunciativas. Por exemplo, considerando que gran parte dos RAEE conteñen elementos tóxicos, perigosos para a saúde, a norma NOM-052-SEMARNAT-2005 ofrece criterios e procedementos para identificalos en prol da súa adecuada xestión. Pola súa banda, a norma NOM-083-SEMARNAT-2003 regula os sitios de disposición derradeira dos RSU e dos RME e, a través das normas oficiais mexicanas en eficiencia enerxética, establécense os criterios de enerxía que deben cumprir, entre outros, os aparellos electrodomésticos (ver Táboa 1). Así mesmo, como mecanismos específicos, establécense os criterios que se deberán incluír nas etiquetas de eficiencia enerxética, as cales serán adheridas e/ou exhibidas nos produtos e sistemas que se comercialicen no país. "Actualmente existen trece etiquetas de eficiencia enerxética no país" (García & Manske, 2019, p. 45).

**Táboa 1. Regulación ambiental para a xestión de residuos**

Categoría	Obxectivo
<i>Instrumentos legislativos</i>	
LGPGIR	Protexer o contorno ecolóxico en materia de prevención e xestión dos residuos, conforme o regulamento xeral da LGPGIR.
<i>Normatividade (normas específicas de regulación)</i>	
NOM-083-SEMARNAT-2003	Establece criterios e procedementos aplicables aos residuos perigosos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Regula os sitios de disposición derradeira dos residuos urbanos e de manexo especial, establecendo criterios para a súa adecuada xestión.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Regula os RME a través dos plans de manexo (instrumento normativo de política ambiental).
Normas oficiais mexicanas en eficiencia enerxética	Establecen criterios de cumprimento no uso de enerxía dos electrodomésticos (e outros). Tamén definen os criterios que incluír nas <i>etiquetas de eficiencia enerxética</i> que se deberán exhibir en cada produto.
<i>Instrumentos de control</i>	
Modalidades dos PM: privado, individuais ou colectivos, ámbito territorial (nacional, rexional ou local) e por tipo de residuo	Informe estruturado sobre a cantidade e os tipos de residuos xerados; a loxística para a súa xestión; os actores responsables; o programa operativo de reciclaxe cara aos consumidores; e as estratexias de minimización.

Categoría	Obxectivo
Inventarios AEE	Coñecer por categorías o nivel estimado de residuos xerados segundo a súa capacidade económica e técnica: microxeradores, pequenos xeradores e grandes xeradores.
Cédula de Operación Anual (COA)	Reporta información sobre as emisións e transferencias de contaminantes ao aire, auga e solo dos sectores xeradores de residuos perigosos (agás o sector de hidrocarburos).
Licenza Ambiental Única (LAU)	Regula o sector industrial en materia de impacto e risco ambiental, emisións GEI, tratamento de residuos e descarga de augas residuais.
<i>Regulacións de carácter internacional</i>	
Convenio de Basilea	Establece límites para a exportación de lixo electrónico. Ademais, estipula un tratamento de RAEE en distancias próximas ao lugar onde se xeran.
Convenio de Estocolmo	Establece estándares para o uso de substancia COP e outros químicos, obrigando a reducir ou eliminar a produción de toxicidade química perigosa.

Fonte: Elaboración propia con base en [Gracia & Manske \(2019\)](#); [Gavilán García \(2010\)](#) e SEMARNAT ([SEMARNAT, 2020a](#)).

Entre as debilidades que cómpre ter en conta na regulación ambiental mexicana e que, pola súa vez, incide no desenvolvemento dos MNC, está o feito de non contar con políticas de produción e consumo sustentable. En primeira orde, existe o principio de responsabilidade "compartida" e non unha política de responsabilidade "ampliada" do produtor. En México, a responsabilidade compartida está definida como un principio mediante o cal se recoñece que os RSU e os RME son xerados a partir da realización de actividades que satisfán necesidades da sociedade mediante cadeas de valor lineal e que, en consecuencia, o seu manexo integral é unha corresponsabilidade social, polo que require da participación conxunta dos axentes involucrados e das tres ordes de goberno, segundo corresponda, baixo un esquema de factibilidade de mercado e de eficiencia ambiental, tecnolóxica, económica e social ([SEMARNAT, 2017](#)). A complexidade desa trama de "responsabilidade compartida" dificulta a implementación real de medidas concretas e efectivas. De feito, a "responsabilidade compartida" coordínase mediante os PM que dispón a NOM-161, asignando a responsabilidade segundo a etapa na que se participe. Non obstante, segundo a [SEMARNAT \(2020a\)](#) non conta coas atribucións para vincular e esixirlles responsabilidades e obrigas aos actores da cadea de valor.

Adicionalmente, a xestión e o tratamento dos RAEE a través de actividades de recollida formal, depósito en contedores ou para seren recollidos por empresas de residuos, entre outras, atópanse limitadas, posto que non están suxeitas a lexislación ou, nalgúns casos, a lexislación aplícase de forma illada segundo o compromiso de cada estado ou cidade. Polo tanto, en termos de país non existe capacidade de infraestrutura para a súa correcta xestión. Todo isto frea o tratamento especializado para recuperar os materiais valiosos e para xestionar as substancias tóxicas daniñas, de forma que gran parte destes residuos acaban en procesos de incineración ou en vertedoiros non controlados, e incluso nun sector informal, expostos a graves danos sociais.

#### 4.4. Análise de resultados

A análise realizada das características da cadea de valor de produción de AEE e RAEE en México, das súas fortalezas e debilidades, así como do marco normativo e das políticas que lle afectan directamente, pode ser sintetizada nun cadro integrado. Isto permítenos identificar con maior claridade aquelas fases das diferentes actividades, MNC e instrumentos que están

operativos en México, e que, polo tanto, son susceptibles de impulso e mellora, e aqueles outros orzamentos que están ausentes e que, xa que logo, requiren da adopción de medidas para a súa implantación e desenvolvemento.

As actividades relevantes para configurar MNC ao longo da cadea de valor de AEE son: 1) Ecodeseño; 2) Deseño para a extensión da vida dos AEE; 3) Actividades de reparación; 4) Actividades de remanufactura; 5) Actividades de fabricación de compoñentes e partes; 6) Extensión de garantías, mantemento e reparación; 7) Leasing/alugueiro; 8) Uso compartido; 9) Venda de segunda man; 10) Responsabilidade ampliada do produtor; 11) Xestión, almacenamento; 12) Reciclaxe.

Os factores condicionantes que se analizan para o deseño e difusión dos MNC no sector AEE son:

- a) Tecido de empresas/rede empresarial e outros axentes necesarios, como fabricantes, reparadores, recolectores, xestores de residuos e servizos de apoio (información, transporte, trazabilidade...).
- b) Infraestrutura, como puntos de recollida de aparellos desbotados, almacéns, puntos limpos/verdes etc.
- c) Regulación e incentivos, incluíndo normativas básicas de xestión de RAEE, obxectivos-meta de reciclaxe, garantías, incentivos de tipo fiscal para as actividades circulares (reparación, revenda, remanufactura...), axudas etc.
- d) Instrumentos de financiamento, tanto de carácter público como privado, orientados á dotación de infraestrutura e á promoción da circularidade no sector AEE.
- e) Disponibilidade de coñecementos e tecnoloxías, incluíndo tanto abordaxes educativas formais como capacidades e destrezas presentes en axentes que desenvolven actividades relacionadas co sector AEE e os seus residuos, formal ou informalmente.
- f) Pautas socioculturais relativas ás actitudes e comportamentos da poboación en xeral e das iniciativas empresariais e sociais respecto ao tratamento dos RAEE, a reparación, a reutilización, os produtos de segunda man, os remanufacturados e a reciclaxe.

A continuación, a **Táboa 2** sintetiza as relacións cualitativas que se infiren no caso de México a partir das achegas descritas de acordo coa metodoloxía seguida para esta investigación. A táboa combina, por un lado, os factores condicionantes agrupados en seis dimensións e, por outro, os doce MNC máis relevantes nas diferentes fases da cadea de valor de AEE (fase de produción, fase de uso/consumo e fase RAEE).

**Táboa 2. Requisitos previos (factores condicionantes) para a circularidade na cadea de valor AEE**

FASES - MODELOS DE NEGOCIO REQUISITOS PREVIOS (RESTRICIÓN)	FASE PRODUCCIÓN					FASE USO				FASE RAEE		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rede de empresas e outros axentes necesarios												
Infraestrutura												
Regulación e incentivos												
Financiamento												
Coñecementos e tecnoloxía												
Pautas socioculturais												
1) Ecodeseño	7) Leasing/alugueiro											
2) Deseño para a extensión da vida dos AEE	8) Uso compartido											
3) Actividades de reparación	9) Venda de segunda man											



FASES - MODELOS DE NEGOCIO REQUISITOS PREVIOS (RESTRICIÓN)	FASE PRODUCCIÓN					FASE USO				FASE RAEE		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4) Actividades de remanufactura	10) Responsabilidade ampliada do produtor											
5) Actividades de fabricación de compoñentes e partes	11) Xestión, almacenamento											
6) Extensión de garantías, mantemento e reparación	12) Reciclaxe											

Fonte: elaboración propia e [Vence et al. \(2023\)](#).

## 5. MEDIDAS E ESTRATEXIAS PARA IMPULSAR OS MNC NA CADEA DE AEE EN MÉXICO

A partir do diagnóstico anterior, e tomando en conta as barreiras e impulsores existentes tanto do interior do sector empresarial de AEE e RAEE como do lado dos instrumentos das políticas públicas, aplícase a metodoloxía de elaboración de *Policy Packages* ([Givoni et al., 2013](#)) co fin de seleccionar e propoñer unha batería de medidas de actuación para impulsar a consolidación, diversificación e desenvolvemento de MNC ao longo da cadea de valor. O paquete de medidas propostas debe integrar as medidas efectivas que resultan coherentes e complementarias entre si, evitando aquelas que poden resultar contraditorias ou que resultan de implementación moi difícil e complexa.

Pola propia forma de abordar o problema cunha perspectiva holística, o *Policy Package* recolle un abanico amplo de medidas de diferente tipo (regulatorias, investimento público, programas públicos, financeiras, fiscais, entre outras). As medidas están ordenadas segundo a fase da cadea de valor e de acordo coas actividades ou servizos dos MNC que se consideran axustadas ás condicións e con determinados factores establecidos (segundo o sentido da [Táboa 2](#)).

Para reconstruír unha cadea de valor que axude a reducir as presións ecolóxicas requírese da participación empresarial e dunha decidida regulación, cos instrumentos que garantan a súa efectiva implementación. Seguindo a metodoloxía de elaboración dos *Policy Packages*, fórmase unha listaxe ampla de medidas posibles e, en fases sucesivas, avalíase a súa efectividade, o seu impacto potencial e a súa congruencia, complementariedade ou contradición coas demais. Como resultado obtemos unha listaxe de 51 medidas ([Táboa 3](#)), das cales 22 corresponden a medidas de carácter fiscal e financeiro.

Desde a perspectiva da empresa, e tendo en conta a coherencia dos *Policy Packages*, destacamos especialmente a importancia destes últimos por tratarse de instrumentos de mercado con alto potencial de incidencia sobre os incentivos das empresas e demais axentes económicos de forma estrutural e ao longo de toda a cadea.

Os instrumentos económicos de política fiscal e financeira son elementos que as empresas teñen en conta para utilízalos como mecanismos de financiamento, de aforro e nas súas provisiones de custos e gastos. Son instrumentos económicos presentes na toma de decisións, influíndo, e nalgúns casos condicionando, o comportamento dos axentes económicos. Para a fase de produción propóñense 13 medidas que, como vimos na literatura, é a fase crucial onde se implementa a ecoinnovación e o ecodeseño, e onde teñen lugar diferentes patróns circulares, desde actividades de aprovisionamento de materias primas ata medidas para prolongar a vida útil e garantir un mellor control dos residuos. A combinación de instrumentos de financiamento e fiscais permiten incentivar ás empresas para que incorporen patróns de circularidade. As empresas recorren ao financiamento para o investimento de activos, para desenvolver novos proxectos e para expandirse. Na era da economía circular, cómpre aliñar e darlles prioridade

aos investimentos de activos e de novos proxectos que permitan reducir a contaminación e abandonar os patróns daniños. Por exemplo, resulta necesario promover novos vehículos e instrumentos financeiros para o investimento de activos/maquinaria de eficiencia enerxética, para o impulso da ecoinnovación e o ecodeseño e para expandir unha actividade circular, por exemplo, para a recuperación de compoñentes e partes ou para a disposición e tratamento final dos residuos.

Pola súa parte, os instrumentos fiscais tamén poden participar de forma moi activa, incluíndo reformas acordadas cos principios da EC. En liña coas propostas de [Vence e López \(2021\)](#), propónse retirar o incentivo fiscal por depreciación de activos e investimentos non ecolóxicos. De feito, a depreciación contable e fiscal dos activos é unha tarefa pendente na era da EC. É tamén contraditorio aos patróns de circularidade o imposto sobre o valor engadido (IVE) e a retención deste pola *adquisición de desperdicios para seren utilizados como insumo da súa actividade industrial ou para a súa comercialización*<sup>3</sup>. Os impostos tamén poden actuar como fortes incentivos para reorientar positivamente o desuso de materiais e produtos químicos tóxicos moi presentes nos AEE e que, dada unha mala xestión dos RAEE, afectan a saúde das persoas. A fiscalidade pode constituír un instrumento moi positivo para fomentar os servizos de reparación e prolongar a vida útil dos AEE. Esta reforma foi estudada por [Vence e López \(2022b\)](#), onde se pon á luz o relevante patrón circular que teñen as actividades/servizos de reparación e mantemento, tanto no obxecto da actividade, porque prolongan a vida útil dos bens evitando a acumulación de residuos e non recorren a novos materiais para crear un novo produto, como polos recursos intensivos de man de obra na operatividade. De feito, son beneficios redondos, en termos de sustentabilidade económica e social (prolongar a vixencia de uso dos AEE, a creación de emprego distribuído no territorio, facilitando o paso da informalidade á formalidade, e polas oportunidades de aforro que pode supor para a sociedade), que poden ser aproveitados coas actividades de reparación ([Vence & López, 2022a](#)).

Para os patróns circulares das fases de uso, propónse desenvolver instrumentos de financiamento para expandir a comercialización de segunda man dos AEE e, en paralelo, favorecer con instrumentos fiscais o consumo de segunda man, con cambios no tipo de IVE aplicable orientados a reducir o imposto e estimular a actividade. En canto á etapa de residuos AEE, a regulación presenta avances significativos en termos enunciativos, pero detectouse a ausencia de medidas decisivas e de escasa vixilancia na aplicación e cumprimento efectivo das existentes. Para fomentar que os fabricantes se fagan cargo dos produtos postos no mercado ao final da súa vida útil, considérase conveniente un plan de financiamento que recolla a recollida e xestión dos RAEE a nivel nacional. Para mellorar os niveis de recollida e xestión adecuada, propóñense subsidios directos para o acceso á frota de vehículos rodados eléctricos e/ou transporte ferroviario para o carrexo de RAEE entre os puntos de recolección e de almacenamento/xestión, todo iso unido ao desenvolvemento da infraestrutura adecuada para a xestión RAEE.

Así mesmo, tamén se poden combinar os instrumentos fiscais con campañas de reciclaxe nas que, segundo o volume de produtos reciclados por fogares, se outorguen bonificacións/descontos para o pagamento de contribucións locais (predial, renovación de matrícula automobilística etc.).

---

<sup>3</sup> Artigo 1-A, fracción II, inciso b) da Lei do IVE ([DOF, 2023a](#)).

**Táboa 3. Policy Package: Estratexias para o deseño e difusión de actividades circulares no sector de aparellos eléctricos e electrónicos**

FASE	ACTIVIDADES / MODELOS DE NEGOCIO	Listaxe de medidas
<b>PRODUCCIÓN</b>	1) Ecodeseño (isto son innovacións de proceso produtivo)	1) Impulsar proxectos de ecoinnovación para os involucrados na fase 1 do ciclo de vida AEE (manufactura) e a súa vinculación coa fase RAEE.
		2) Penalizar o uso de materiais e produtos químicos tóxicos, p. ex. os clasificados como COP.
		3) Eliminar a depreciación contable e fiscal no investimento de industria daniña e non renovables.
		4) Facilitar préstamos sustentables para a incorporación de industria/maquinaria de eficiencia enerxética.
		5) Xerar incentivos fiscais para a adquisición de compoñentes adecuados ao ecodeseño para a ensamblaxe de AEE.
	2) Deseño para extensión da vida dos AEE	1) Incorporar o concepto de ecodeseño nos plans de estudo dos institutos superiores técnicos e tecnolóxicos.
		2) Xerar incentivos fiscais para a adquisición de compoñentes adecuados ao ecodeseño para a ensamblaxe de AEE.
	3) Actividades de reparación	1) Fomentar a creación de cooperativas de traballadores do sector informal e/ou alianzas entre obradoiros especializados no servizo de mantemento, reparación e recuperación de materiais de AEE.
		2) Reforzar o ensino e desenvolvemento de capacidades vinculadas á reparación e mantemento en todos os niveis educativos e nos programas públicos de capacitación para o emprego.
		3) Instrumentos fiscais (imposto ás ganancias reducido para persoas físicas e xurídicas cuxa actividade principal sexa a reparación; exceptuar do IVE o servizo técnico (man de obra) incorporado).
		4) Concienciar o consumidor sobre a importancia do coidado e mantemento periódico de AEE e a utilización de produtos reparados (campañas de difusión, información, etiquetaxe etc.).
		5) Elaborar acordos de provisión de equipamentos reacondicionados en bo estado entre cooperativas/empresas de xestión integral de RAEE e municipios e outros entes estatais ou privados.
		6) Implementar/manter/ampliar centros e/ou obradoiros públicos de reparación.
	4) Actividades de remanufactura	1) Fomentar a elaboración de acordos loxísticos entre empresas produtoras/ensambladoras de AEE e as empresas de xestión de RAEE respecto da recuperación de partes e compoñentes (por exemplo, para a redución de custos de almacenamento e transporte).
		2) Articulación con centros de transferencia de coñecemento para expandir os Know How xa desenvolvidos.
		3) Obriga dos fabricantes de dispoñer de stock de pezas e compoñentes dos AEE por un período prolongado (entre 10 e 20 anos segundo os produtos).
		4) Eliminar a retención do IVE pola adquisición de residuos como insumo para a actividade industrial ou comercialización.
	5) Actividades de fabricación de compoñentes e partes	1) Impulsar proxectos de ecoinnovación para os involucrados na fase 1 do ciclo de vida AEE (manufactura).
		2) Penalizar o uso de materiais e produtos químicos tóxicos, p. ex. os clasificados como COP.

FASE	ACTIVIDADES / MODELOS DE NEGOCIO	Listaxe de medidas
USO		3) Eliminar a depreciación contable e fiscal no investimento de industria daniña e non renovables.
		4) Facilitar préstamos sustentables para a incorporación de industria/maquinaria de eficiencia enerxética.
		5) Xerar incentivos fiscais para a adquisición de compoñentes adecuados ao ecodeseño para a ensamblaxe de AEE.
	6) Extensión de garantías, mantemento e reparación	1) Asegurar ou, se é o caso, estender garantías de mantemento e reparación maiores a un ano.
		2) Fomentar a difusión, transferencia de coñecemento, intercambio de experiencias e colaboración para a creación de iniciativas conxuntas en reparación (foros entre axentes dedicados a actividades de reparación e mantemento, publicación aberta de manuais).
	7) Leasing / alugueiro	1) Fomentar comercios de alugueiro de ferramentas mediante mercado de renda de segunda man mediante mecanismos P2P ou B2P con cumprimento de estándares de calidade, selo, ecoetiqueta etc.
		2) Outorgar bonificacións fiscais anuais (proporcional ao valor do alugueiro) a comercios de AEE que incorporen o servizo de alugueiro.
	8) Uso compartido	1) Dispoñer de salas de acceso libre a equipos informáticos (e outros AEE) nas instalacións públicas municipais.
		2) Crear redes colaborativas P2P no uso da COEE mediante alianzas con plataformas de comercio dixital xa existentes.
	9) Venda de segunda man	1) Garantías de procedencia e uso para a comercialización de AEE de segunda man.
2) IVE reducido para artigos de segunda man.		
3) Imposto ás ganancias reducido para persoas físicas e xurídicas cuxa actividade principal sexa a venda de produtos de segunda man.		
4) Desenvolvemento e impulso de plataformas de comercio electrónico para a comercialización de AEE de segunda man.		
5) Cambiar a taxa do IVE vixente por un tipo impositivo que grave a marxe de beneficios.		
RAEE	10) Responsabilidade ampliada do produtor	1) Elaboración dun plan de financiamento para a recollida e xestión dos RAEE a nivel nacional.
		2) Lei nacional de REP para os RAEE (que incorpore o principio de responsabilidade estendida/ampliada polo produtor (RAP) na lexislación vixente, e a obrigatoriedade de implementación progresiva no sector industrial de AEE).
		3) Mediar na elaboración de acordos de cooperación lóxística entre as empresas produtoras/comercializadoras/grandes xeradoras de AEE e as cooperativas rexistradas dedicadas á súa xestión.
	11) Xestión, almacenamento	1) Desenvolver un plan de xestión e almacenamento para a execución por parte dos recolectores informais.
		2) Garantir a dispoñibilidade de instalacións públicas e/ou subsidiadas para o almacenamento e xestión de RAEE por parte das cooperativas rexistradas para tal fin.
		3) Incorporar a definición de RAEE na lexislación.
		4) Dixitalizar a elaboración dos plans de manexo (inventario), converténdoo en requisito para os xeradores de RAEE.
		5) Capitalizar o sector informal RAEE cara ao formal, ofrecendo condicións laborais óptimas.

FASE	ACTIVIDADES / MODELOS DE NEGOCIO	Listaxe de medidas
		6) Impulsar que as empresas internamente xestionen e almacenen os RAEE ata que sexan recollidos pola entidade competente. 7) Establecer puntos de almacenamento/limpos/verdes fixos ou móbiles de recollida de RAEE (incluíndo un plan de recollida en fogares de difícil acceso). 8) Subsidiar o acceso a unha frota de vehículos rodados eléctricos e/ou transporte ferroviario para o carrexo de RAEE entre os puntos de recolección e de almacenamento/xestión. 9) Plataforma de colaboración entre empresas xestoras de RAEE e obradoiros de reparación. 10) Creación dun módulo de información sobre a cantidade de RAEE xerados por tipo de residuos no país para facilitar a súa trazabilidade.
	12) Reciclaxe	1) Inversión pública en plantas de separación e recuperación de materiais e pezas que poidan ser aproveitados en actividades de reparación de AEE. Estas instalacións deberán estar debidamente acreditadas e cumprir con certas normas de seguridade. 2) Establecementos de metas de reciclaxe por tipo de RAEE para empresas público-privadas. 3) Campañas de información sobre os centros ou lugares de reciclaxe, separación de RAEE etc. 4) Realizar campañas de reciclaxe que outorguen bonificacións/descontos para o pagamento de impostos locais (predial, renovación de placa matrícula etc.). 5) Incorporar a temática da reciclaxe nos plans educativos.

Fonte: elaboración propia e [Vence et al. \(2023\)](#).

## 6. CONCLUSIONES

O sector de AEE ten unha gran relevancia económica global e tamén en termos de consumo de recursos críticos e de xeración de residuos. Esta industria en México é moi importante, non só polo volume de AEE consumidos senón tamén polo desempeño deste país na cadea global de valor, especialmente polas súas relacións con China e cos EEUU. O crecente volume de produción e consumo dos AEE inflúe, simultaneamente, no seu peso dentro da industria manufacturera e dos servizos, así como no problema dos RAEE, agregando a iso o volume do lixo que envían países como EEUU e europeos.

A xestión integral dos RAEE en México é exigua. A regulación ambiental para atender este problema desde un enfoque de economía circular é moi limitada. De feito, a pesar de que hai un crecente desenvolvemento e interese pola política ambiental en México, o marco legal e normativo para a EC continúa como tarefa pendente. A transición cara á EC en México anunciouse na Estratexia Nacional para a Axenda 2030. O avance da lei atópase na fase *Proyecto de Decreto de la Ley General de Economía Circular (LGEC)*, aprobado polo Senado da República, e que aínda debe ser valorado por parte da Comisión de Medio Ambiente e Recursos Naturais para o seu ditame por parte dos deputados.

A alíñación sistémica da EC na regulación ambiental mexicana é un paso necesario para reorientar pautas de produción e consumo sustentables. Para reconstruír unha cadea de valor da produción de AEE e RAEE sustentable, que axude a reducir as presións ecolóxicas e evitar afeccións á saúde, requírese da participación empresarial, implementando novos modelos de negocio circulares, e dunha decidida regulación.



Co obxectivo de fomentar actividades e modelos de negocio circulares, propónse un *Policy Package* que integra un conxunto de medidas factibles, complementarias e sinérxicas. A metodoloxía *Policy Packages* permitiu identificar un amplo abanico de medidas posibles, con sinerxías entre elas, que poden facilitar o xurdimento e implementación de MNC, cun adecuado interface entre as estratexias gobernamentais e o sector empresarial nas diferentes fases da cadea de valor de AEE. O tipo de medidas consideradas no estudo involucran de forma prioritaria o nivel federal, pero a súa implementación require tamén da colaboración e adopción de medidas específicas por parte dos estados e dos municipios, en particular nas últimas fases (xestión de RAEE e reciclaxe).

Neste sector é crucial impulsar o ecodeseño para concibir produtos máis eficientes, duradeiros, reparables e facilmente reciclables. Porén, é un punto no que o papel subordinado de México na cadea global de valor pode limitar o seu alcance e impacto. Outro tipo de medidas van dirixidas ás seguintes fases da cadea de produción, consumo e posconsumo. É importante cambiar da política da responsabilidade "compartida" do produtor á de "responsabilidade estendida" e incorporar regulacións relativas a frear a obsolescencia programada para garantir o dereito á reparación. A reparación é unha actividade clave que conta con certa implantación, pero para aproveitar todo o seu potencial para a EC requírese implementar medidas que favorezan a profesionalización e garantías dos servizos de reparación, e reducir a súa presión fiscal, en especial con taxas reducidas en IVE e noutros impostos, co fin de facelos máis atractivos para os usuarios e consumidores. No relativo aos RAEE, hai grandes puntos por mellorar e outros nos que hai que avanzar na súa regulación. Para comezar, cómpre a caracterización dos RAEE para que se poida cumprir a xestión adecuada; hai que investir en infraestruturas e negocios para o seu procesado e, sobre todo, para a reciclaxe dos compoñentes e materiais valiosos, e tamén na xestión responsable dos residuos perigosos.

En suma, a regulación ambiental e as políticas públicas (fiscais, investimento público, incentivos etc.) en materia de residuos electrónicos presentan importantes desafíos para trazar a folla de ruta para a transición cara á EC. Neste artigo, destacamos especialmente as medidas de tipo fiscal e financeiro dirixidas ás empresas, as cales se revelan como actores do cambio. Os instrumentos financeiros e fiscais son claves para crear incentivos estruturais para o investimento e desenvolvemento de actividades/servizos como propostas valor no marco dos MNC orientados a prolongar a vida útil dos AEE (reparación, mantemento e reutilización). Propóñense, particularmente, medidas concretas como a redución da taxa no IVE para actividades de reparación, a reutilización ou as vendas de segunda man, medidas que deben contribuír a reforzar o sector e a modificar o comportamento dos usuarios e consumidores, o que redundará na prolongación da vida útil dos AEE e na conseguinte redución de materiais, ademais dun impacto positivo no emprego e na cohesión territorial e social.

## Agradecementos

Esta investigación foi apoiada polo Grupo de Investigación ICEDE, ao que pertence a autora, Grupo Galego de Referencia Competitiva GRC ED431C 2022/15 financiado pola Xunta de Galicia; e polo proxecto REVALEC, referencia PID2022-141162NB-I00 financiado por MCIN/AEI / 10.13039/501100011033 / FEDER, UE.

## Referencias

- Bocken, N. M. P., Pauw, I., Bakker, C., & Grinten, B. van der. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Bocken, N. M. P., & Short, S. W. (2021). Unsustainable business models – Recognising and resolving institutionalised social and environmental harm. *Journal of Cleaner Production*, 312, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127828>
- Briguglio, M., Llorente-González, L. J., Meilak, C., Pereira, Á., Spiteri, J., & Vence, X. (2021). Born or grown: Enablers and barriers to circular business in europe. *Sustainability*, 13(24), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su132413670>
- Diario Oficial de la Federación. (1988). *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental (LGEEPA)*. Diario Oficial de la Federación (DOF). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>
- Diario Oficial de la Federación. (2003). *Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)*. DOF 08-10-2003. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2013). *NOM-161-SEMARNAT-2011*. DOF 01-02-2013. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134113/20.-\\_NORMA\\_OFICIAL\\_MEXICANA\\_NOM-161-SEMARNAT-2011.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134113/20.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-161-SEMARNAT-2011.pdf)
- Diario Oficial de la Federación. (2023a). *Ley del Impuesto al Valor Agregado (IVA)*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIVA.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2023b). *LGPGIR*. DOF 08-05-2023. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy. Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition*.
- Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., & Bel G. (2020). *Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos - 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*. Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – coorganizadores del programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación internacional de Residuos Sólidos. <https://www.scycle.info/global-e-waste-monitor-2020/>
- García, & Manske. (2019). Consumo sustentable y reciclaje de residuos electrónicos: México y Alemania. *BMC Public Health*, 5(1), 10–30. <https://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/Consumo-sustentable-y-reciclaje-de-residuos-electrónicos-México-y-Alemania.pdf>
- Gavilán García, A., Kathia, F., Robles, C., Concepción, V. A., Flores Martínez, S., & Rüd, S. B. (2010). *Diagnóstico De La Situación De Los Residuos Electrónicos En México*. 1–8.
- Givoni, M., Macmillen, J., Banister, D., & Feitelson, E. (2013). From Policy Measures to *Policy Packages*. *Transport Reviews*, 33(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/01441647.2012.744779>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2021a). *Análisis y revisión técnica del marco legal existente para la instrumentación de una política en materia de economía circular para México*.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/677876/V2\\_An\\_lisis\\_y\\_revisi\\_n\\_t\\_cnica\\_de\\_marco.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/677876/V2_An_lisis_y_revisi_n_t_cnica_de_marco.pdf)

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2021b). *La extensión de tiempo de vida útil en teléfonos celulares en el marco de la economía circular y el cumplimiento de la Contribución Nacionalmente Determinada (CND)*.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/696350/127\\_2021\\_Reporte\\_celulares\\_vida\\_util.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/696350/127_2021_Reporte_celulares_vida_util.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Síntesis metodológica del sistema de clasificación industrial de américa del norte, México SCIAN 2023*.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463909682.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463909682.pdf)

Massa, L., Lüdeke-Freund, F., & Bocken, N. (2016). *Business Models for Shared Value - A Guide for Executives*. <https://nbs.net/executive-report-business-models-for-shared-value/>

OECD. (2019). *OECD Going Digital Toolkit*. E-Waste Generated, Kilograms per Inhabitant. <https://goingdigital.oecd.org/indicator/53>

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Los niños y los basureros digitales: exposición a los residuos electrónicos y salud infantil*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/354706>.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/978-0470-87641-1>

Pereira, Á. (2023). Modelos de negocio para la transición a la economía circular: estrategias circulares, potencial transformador y limitaciones. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (pp. 207–237). Fondo de Cultura Económica de España.

PROFECO. (2021). *Economía circular en materia de Telecomunicaciones*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/661044/ECONOMIA\\_CIRCULAR\\_EN\\_MATERIA\\_DE\\_TELECOMUNICACIONES.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/661044/ECONOMIA_CIRCULAR_EN_MATERIA_DE_TELECOMUNICACIONES.pdf)

Rodríguez, B., & Vence, X. (2023). Barreras y facilitadores en los modelos de negocio circulares de los sectores plásticos y la electrónica en el seno de la unión europea. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (pp. 239–266). Fondo de Cultura Económica.

Rogge, K. S., & Reichardt, K. (2016). Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, 45(8), 1620–1635. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.004>

Secretaría de Economía (SE). (2022). *DataMéxico. Equipos Eléctricos, Electrónicos*. Intercambio Comercial de México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/electrical-electronic-equipment>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). *Manejo Adecuado de los Residuos Conteniendo Compuestos Orgánicos Persistentes en México*. [http://www.residuoscop.org/public/pdf/PRODOC\\_COPs\\_UNDP.pdf](http://www.residuoscop.org/public/pdf/PRODOC_COPs_UNDP.pdf)

SEMARNAT. (2017). *Inventario de generación de residuos electrónicos en México*. Escala nacional y estatal para Jalisco, Baja California, y Ciudad de México. Resumen ejecutivo

extendido. En *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto #92723 "Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes" (ResiduosCOP)*.

SEMARNAT. (2020a). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos>

SEMARNAT. (2020b). *SEMARNAT. Buscan Semarnat y PNUD Manejo Adecuado de Residuos Electrónicos Para Evitar Afectaciones a La Salud y Al Medio Ambiente*. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/buscan-semarnat-y-pnud-manejo-ade-cuado-de-residuos-electronicos-para-evitar-afectaciones-a-la-salud-y-al-medio-ambiente?idiom=es>

Smith-Gillespie, A., Pereira, Á., & Morwood, D. (2017). *Circular Economy Business Model Case Studies: Introduction and Methodology*. [http://www.r2piproject.eu/wp-content/uploads/2018/08/R2Pi-D3-35775-63432.2a-Case-Study-Methodology\\_v1.0.pdf](http://www.r2piproject.eu/wp-content/uploads/2018/08/R2Pi-D3-35775-63432.2a-Case-Study-Methodology_v1.0.pdf)

Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy* (segunda). Palgrave Macmillan.

Stahel, W. R. (2019). *Economía circular para todos*. Routledge-Taylor-Francis Group.

Vence, X. (2023). Bases conceptuales para la economía circular transformadora y un cambio sistémico. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (pp. 55–108). Fondo de Cultura Económica de España.

Vence, X., & López Pérez, S. de J. (2021). Taxation for a circular economy: New instruments, reforms, and architectural changes in the fiscal system. *Sustainability*, 13(8), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su13084581>

Vence, X., & López, S. de J. (2022a). Circular Economy and repair and maintenance activities in Mexico: Specificities and heterogeneity of its productive and labor structure. *Nova Economia*, 32(1), 231–260. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/6498>

Vence, X., & López, S. de J. (2022b). Reformar el IVA para impulsar los servicios de reparación y la economía circular. *Contaduría y Administración*, 67(2), 304–329. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2022.3233>  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2022.3233> Abstract

Vence, X., & López, S. de J. (2023). Limitaciones de los instrumentos de las políticas ambientales. In X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (pp. 373–403). Fondo de Cultura Económica de España.

Vence, X., & Pereira, Á. (2019). Eco-innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. *Contaduría y Administración*, 64(1), 1–19. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1806>

Vence, X., Pereira, Á., Hinojosa, K., James, J., Llorente-González, L. J., López, S. de J., & Morales, D. (2023). *Potencialidades da Economía Circular para o desenvolvimento sustentável e inclusivo en países de América Latina. 2021-2023*. <https://www.usc.es/gl/investigacion/grupos/icede/Proyecto.cooperacion.EC.html>

Wicki, M., Fesenfeld, L., & Bernauer, T. (2019). In search of politically feasible policy-packages for sustainable passenger transport: Insights from choice experiments in China, Germany, and the USA. *Environmental Research Letters*, 14(8), 1–17. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab30a2>

World Economic Forum. (2019). *A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot*.  
<https://www.weforum.org/publications/a-new-circular-vision-for-electronics-time-for-a-global-reboot/>