

# LA SOSTENIBILIDAD COMO MARCO PARA LA ACCIÓN DEL INGENIERO

## Noción, origen y debates

INGENIERÍA Y SOCIEDAD

Cátedras II y III

**DIRECTORAS DE CÁTEDRAS:**  
**MILENA RAMALLO Y ÉLIDA REPETTO**

# **LA SOSTENIBILIDAD COMO MARCO PARA LA ACCIÓN DEL INGENIERO**

**Noción, origen y debates**

Milena Ramallo

Karina Cardaci

Hugo Alejandro Izaguirre

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1. Introducción .....	3
2. Las teorías del desarrollo.....	3
2.1. El modelo dual.....	4
2.2. El modelo lineal.....	5
2.3. La teoría de la CEPAL de Raúl Prebisch y el paradigma keynesiano.....	5
2.4. La teoría de la dependencia y el paradigma marxista.....	6
2.5. El regreso del neoliberalismo en un contexto de la globalización...	6
3. Debates y discursos a nivel internacional acerca del Desarrollo Sostenible.....	8
3.1. Antecedentes y bases sobre la preocupación del Medio Ambiente y el Desarrollo. Primera parte (1972-2002).....	8
3.2. Reformulaciones y lecciones aprendidas. Segunda etapa (2002- 2015) .....	13
3.3. Nueva agenda para alcanzar la sostenibilidad. Tercera etapa (2015-actualidad).....	15
4. Relación entre Sostenibilidad e Ingeniería.....	19
5. Desafíos actuales y futuros.....	21
6. A modo de cierre.....	24
7. Referencias bibliográficas .....	24

# LA SOSTENIBILIDAD COMO MARCO PARA LA ACCIÓN DEL INGENIERO

*“Los ingenieros juegan un papel crucial en el mejoramiento de los estándares de vida en el mundo entero. En consecuencia, los ingenieros tienen un impacto significativo en el progreso hacia un desarrollo sustentable”.*

Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (2002)

## 1. Introducción

En este capítulo abordaremos la noción de desarrollo, las distintas teorías a través de la historia y los objetivos del desarrollo sostenible<sup>1</sup> desde una perspectiva global. Por un lado, indagaremos las bases que sustentan las teorías del desarrollo y por otro, revisaremos los debates y discursos planteados en torno al origen de la problemática ambiental y a las propuestas para alcanzar el desarrollo sostenible. Por último, plantearemos el vínculo entre la sostenibilidad y la ingeniería y los desafíos para el logro de esta integración.

## 2. Las teorías del desarrollo

Las teorías del desarrollo sientan sus bases luego de la segunda guerra mundial, en un momento donde comenzó a ser importante dar respuesta a ciertos interrogantes frente a las transformaciones de las sociedades. Por ejemplo, algunos países de Asia y África iniciaban movimientos de liberación nacional y algunos países de América Latina buscaban impulsar un desarrollo autónomo.

Un nuevo campo de estudio estaba surgiendo a partir de cambios estructurales que clasificaban a las sociedades como desarrolladas, subdesarrolladas o en vías de

---

<sup>1</sup> Sostenible y sustentable no significan lo mismo, sin embargo, en diversas ocasiones se ha empleado ambos términos como sinónimos. Nuestra postura epistemológica trabaja con el concepto *sostenibilidad*, que es lo que se debería mantener a lo largo tiempo, sin agotar los recursos, para luego sí lograr la sustentabilidad.

desarrollo. Para algunos surgía en ese contexto un nuevo sujeto político: el Tercer Mundo (Rist, 2001). Algunas discusiones de la época eran las siguientes:

- ¿Qué políticas debían impulsarse para superar la escasez de capital y los problemas relacionados con el crecimiento y el nivel de vida en los países emergentes o subdesarrollados?
- ¿De qué manera podían alcanzar dichos países el bienestar social, cómo podían superar la pobreza?

La búsqueda de respuestas a esas preguntas son el puntapié inicial para que el concepto de desarrollo se volviera importante. A continuación, explicaremos de modo muy sintético cómo fue cambiando el concepto.

Para comenzar, debemos decir que el elemento central en la teoría del desarrollo se basa en la búsqueda de la emergencia de una clase de empresarios capitalistas que transformen el estancamiento de la sociedad y la vuelvan dinámica (Arasa y Andreu, 1996). Este enfoque posee dos líneas de trabajo: una dual y otra lineal.

## **2.1. El modelo dual**

Arthur Lewis, en su trabajo *“Desarrollo económico con oferta ilimitada de mano de obra”* (1955) plantea que hay dos sectores que coexisten: el moderno y capitalista, vinculado a la industria, y el antiguo, precapitalista, vinculado a la agricultura. Ambos sectores funcionan con intereses contrapuestos y objetivos diferentes.

Bajo esta perspectiva, lo que debe analizarse es la transformación que hace que en las sociedades en general y en la economía en particular se produzca un impulso hacia el sector moderno. El desarrollo sería aquí un progresivo alejamiento del sector antiguo a causa de la expansión de la economía capitalista.

Este modelo fue muy famoso en los años '50 del siglo XX, una época en la que las migraciones del campo a las grandes ciudades latinoamericanas fueron muy intensas. En este marco, el desarrollo se da porque el sector tradicional se va volviendo improductivo y va siendo progresivamente reducido mientras el sector moderno absorbe los excedentes de mano de obra de dicho sector de subsistencia.

## **2.2. El modelo lineal**

Acuñado por Whitman Rostow en su libro *Las etapas del crecimiento económico* (1960), esta línea de pensamiento sostiene que los países con menos desarrollo atraviesan necesariamente cinco momentos:

- a) El de una economía de subsistencia o tradicional.
- b) El de una etapa donde se crean las condiciones previas al arranque.
- c) El despegue, cuando la tasa de inversión supera a la tasa de población.
- d) El camino a la madurez, que dura aproximadamente sesenta años.
- e) Finalmente, la etapa del consumo de masas.

La propuesta de Rostow tuvo buena aceptación durante los años '60 aunque fue criticada por estudiosos provenientes de la historia, la antropología y la sociología, que encontraban en ella una visión idílica y evolucionista del mundo.

## **2.3. La teoría de la CEPAL de Raúl Prebisch y el paradigma keynesiano**

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) elabora en 1948 una teoría con autoría de Raúl Prebisch, que se da a conocer en un trabajo llamado *"El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas"*. Fue un nuevo paradigma económico que sentó las bases de la teoría económica estructuralista, central en los años '60.

Para esta concepción existen, a nivel de las relaciones macroeconómicas, dos sectores bien diferenciados: el centro y la periferia. En un intercambio estructural desigual, los problemas de desarrollo en América Latina tienen otro punto de referencia, ya que para contrarrestar estos problemas debe construirse una adecuada legislación social que fortalezca a las instituciones sindicales y aumente el salario real de los trabajadores. Dichos cambios permitirían crear las condiciones para corregir el desequilibrio entre los mencionados sectores.

Las estrategias que se propusieron desde este marco tienen como base la sustitución de importaciones en una primera fase, seguida de una política de desarrollo en las exportaciones y un claro rol del Estado en su función de mediador entre sectores y como propulsor de políticas públicas destinadas al ahorro interno y a la inversión. Estas estrategias keynesianas tenían por fin apuntar al desarrollo autónomo y a la

soberanía nacional, expandiendo el mercado interno y elevando el nivel de vida de la población. En el largo plazo, se achica la distancia desigual entre el centro y la periferia, haciendo los términos de intercambios comerciales más equilibrados y equitativos.

#### **2.4. La teoría de la dependencia y el paradigma marxista**

El modelo desarrollista de la CEPAL comienza a ser criticado a finales de los años '60 cuando el modelo de sustitución de importaciones comenzaba a marcar sus límites y estancamientos. Al interior de este nuevo enfoque surgen varias tendencias: algunos más alineados con la visión de la CEPAL, como Fernando Henrique Cardoso y Enzo Faletto (1969); otros más sensibles a los problemas de la marginalidad urbana y rural (Furtado, 1966) y a las movilizaciones sociales que se producían en Latinoamérica, identificadas con la Revolución Cubana. Este último enfoque construyó la llamada teoría de la dependencia, una corriente basada en paradigmas de la economía marxista y que criticaba el sesgo economicista del enfoque de la CEPAL. Aquí la condición de periferia implica una condición de dependencia porque la región abastece de materias primas e insumos para el desarrollo de la industrialización de los países centrales. Esta circunstancia consolida clases terratenientes que desde los mismos países latinoamericanos mantienen las relaciones de dominación subordinadas a los intereses de las economías centrales.

Desde esta perspectiva, los problemas de desarrollo, desigualdad social y pobreza crónica se resuelven rechazando el modo de capitalismo impuesto por el imperialismo, cortando los lazos de dependencia y creando otros, con horizonte regional y de tendencia socialista.

Es cierto que la versión de esta teoría en su modo más puro quedó atrapada en una visión donde el capitalismo dependiente no tenía salida, pero aun así colaboró a dar sustento teórico a las movilizaciones populares del momento.

#### **2.5. El regreso del neoliberalismo en un contexto de la globalización**

A partir de fines de los años '60, la crisis del fordismo propició un conjunto de cambios de paradigma, donde el keynesianismo y la articulación de intereses a

manos de un Estado que arbitre entre todos los sectores dio lugar a una nueva versión de la economía neoclásica.

Hubo cambios en las políticas económicas de todos los países, pero para los periféricos esas transformaciones agudizaron los problemas de exclusión, pobreza y marginalidad. Durante las últimas décadas del siglo XX, políticas de ajuste estructural fueron articuladas alrededor de propuestas fomentadas por el Consenso de Washington y por las intervenciones del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.

Desde estas perspectivas, se vuelven a aplicar tesis neoclásicas, pero con el principio extremo de constituir un mercado global único y globalizado, se cuestiona todo tipo de intervención estatal en las economías internas al estilo keynesiano y se proclama la supremacía de las leyes del mercado, como lo fueron la desregulación y la liberación comercial, financiera y laboral y las privatizaciones del sector público, entre otras acciones.

Las políticas neoliberales agudizaron los problemas de desarrollo de los países de América Latina y generaron crisis económicas y sociales, agudizaron el estancamiento y aumentaron la pobreza, la marginalidad y la exclusión social (Stiglitz, 2002). Desde este enfoque, los problemas de desarrollo de dichos países son consecuencia de la imposición de la visión dominante del mundo neoliberal y extraña a los intereses latinoamericanos y a la construcción de un modelo local y propio de desarrollo. En este sentido, Carlos Moneta (1994) sostiene la idea de que ese proceso es otra forma de colonización, que está implicada en este modo de moverse del capital. Las particularidades de las regiones y sus riquezas son aprovechadas por los poderes transnacionales, generando y profundizando desigualdades, tanto entre los países como al interior de cada uno de ellos.

Estas teorías fueron incluyendo en sus debates y discursos, a partir de la década del '70, que la vieja idea de desarrollo en términos puramente economicistas ya no era aplicable. Ciertamente, un aspecto significativo de los cambios profundos en el paradigma del desarrollo lo constituye, sin lugar a duda, la preocupación por el medio ambiente, que será un antecedente importante en el concepto de sostenibilidad.



### **3. Debates y discursos a nivel internacional acerca del Desarrollo Sostenible**

#### **3.1. Antecedentes y bases sobre la preocupación del Medio Ambiente y el Desarrollo. Primera parte (1972-2002)**

Uno de los preceptos que se impulsó en el medio social desde los años '70 lo constituyen los primeros intentos de vincular el medio ambiente en cuestiones del desarrollo. La obra promovida por el Club de Roma llamada *Los límites del crecimiento*, publicada en 1972, coincide con el año en que se realizó la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, la cual marcaría un hito a nivel mundial, permitiendo crear el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Gutiérrez y González, 2009). Fue la primera vez que se asumió la necesidad de definir una política internacional de medio ambiente. La preocupación provenía por la ocurrencia de varios desastres ecológicos que ya habían acontecido, como el desastre de Bhopal, en India, que trajo muchísimas muertes por el derrame que provocó una empresa de sustancias químicas, el desastre de Seveso en Italia, derrames de petróleo, entre otros. A través de una resolución de Naciones Unidas se comienza a trabajar este tema. Este inicio es incipiente y todavía no existe una normativa propiamente ambiental en la década del '70 en los países de América Latina y el Caribe y en los países en vías de desarrollo, hoy llamados emergentes.

De la Conferencia de Estocolmo surge una declaración de principios, entre otros, el del contaminador pagador, más conocido como “el que contamina paga” y que hoy se traduce como “el que contamina debe internalizar los costos ambientales, debe pagar por toda esa actividad que realiza”, pero que, por supuesto conlleva impactos ambientales hacia el agua, el aire, la biodiversidad, la pérdida de bosques, etc.

Durante los años ochenta, el debate sobre la relación entre desarrollo y medio ambiente continuaba. En 1982 se lleva a cabo otra reunión conocida como la Carta Mundial de la Naturaleza. Empieza a entenderse como sujeto de derecho la naturaleza, y no un mero objeto de derecho. Esta noción se relaciona con una visión antropocéntrica del ambiente que se debate con otra visión biocéntrica. La visión biocéntrica tiene a la naturaleza como sujeto de derecho. La antropocéntrica considera al hombre inmerso en el concepto de ambiente, no solamente porque las actividades industriales, económicas y productivas producen impacto en el medioambiente sino porque el hombre está implicado a su vez en estas cuestiones.

Lo que subyace en la Carta Mundial de la Naturaleza es una obligación moral en relación con sus principios, se cuestionan cuán obligatorios son y quién los cumple.

En 1983, la ONU crea la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. En este marco se elabora el Informe denominado “Nuestro Futuro Común”, dirigido por Gro Harlem Brundtland, ex primera ministra de Noruega. Este informe no logra avanzar en la sistematización de sus objetivos, más allá de la elaboración teórica, pero en 1987, mediante la publicación del mencionado informe Brundtland, se presenta la definición más conocida del concepto Desarrollo Sustentable: es aquel *que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*.

Posterior al Informe Brundtland, y dentro de los acuerdos derivados de la Comisión, en 1992, se celebró en Río de Janeiro, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como la Cumbre de la Tierra, que concluyó con la Declaración de Río, conocida como la Agenda 21. El objetivo principal era establecer alianzas mundiales en forma equitativa mediante la cooperación entre los Estados y la sociedad, para procurar alcanzar acuerdos internacionales que protegieran el medio ambiente y el desarrollo. Además, afirma que: *“los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sustentable. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”*. Considera la erradicación de la pobreza como requisito indispensable para la consecución de un desarrollo sustentable que otorgue una respuesta equitativa a las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Es decir, se pone en discusión la noción de desarrollo sustentable y se plantea que dicho concepto no puede restringirse a aspectos medioambientales porque es necesario tener en cuenta también las necesidades sociales y económicas que no están satisfechas. En esta cumbre, el ambientalismo logra dimensión institucional y se complejiza.

Esta iniciativa internacional, la Agenda 21, se convierte en una plataforma para impulsar un nuevo desarrollo en el mundo: el desarrollo sostenible, para el cual es necesario alcanzar una relación entre los Estados y las sociedades que permita definir objetivos estratégicos de manera integral (ambiente, equidad, democracia, derechos) buscando el beneficio de las generaciones presentes y futuras, y permitiendo crear una nueva escala de valores, actitudes y estilos de vida que beneficien el entorno

social donde se potencialicen las capacidades y la libertad humana. Con esta agenda finaliza la primera etapa.

Sin embargo, dada la extensión temática de la Agenda 21 y la disparidad de políticas y acciones concretadas por los países que suscriben, Naciones Unidas plantea la necesidad de redefinir la idea de desarrollo. Para ello, en 1999 introduce la noción de Desarrollo Humano (DH). El desarrollo debe separarse de criterios netamente economicistas y vincular diversos factores: la salud, el ingreso, la educación, el rol de la mujer y la situación del ambiente, entre otros. El DH debe integrar y complementar al concepto de Desarrollo Sustentable y centrarse en las personas y la necesidad de satisfacer sus necesidades básicas. Para medir el nivel de DH, los países aplican el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Éste reúne tres dimensiones que se destacan: la salud (referida a la expectativa de vida al nacer), la educación (mide la tasa de alfabetización y los niveles de matriculación) y el ingreso (se modifica la medición anterior, especialmente en países con valores de ingreso que superan la media mundial).

En el 2000, la ONU impulsa una acción más operativa, convocando a la Cumbre del Milenio. Esta cumbre se realiza en Nueva York y tiene como propósito presentar una agenda sencilla de acciones hacia el 2015. Los objetivos buscan alcanzar muchas de las aflicciones más recurrentes y comparten un ideal común: "reflejan el compromiso vital de promover el bienestar de la humanidad, la dignidad, la libertad y la igualdad para todas las personas" (PNUD, 2003: 27).

Los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio<sup>2</sup> y sus antecedentes son:

---

<sup>2</sup> Objetivos del Milenio. Disponible en:

<https://www1.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/mdg/the-millennium-development-goals-report-2015/>

<i>Objetivo de Desarrollo del Milenio</i>	<i>Antecedentes</i>
<b>1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.</b>	Más de mil millones de personas aún viven con menos de un dólar diario.
<b>2. Educación primaria universal.</b>	La cifra de los niños que no van a la escuela asciende a 113 millones.
<b>3. Igualdad entre los géneros y dar poder a las mujeres</b>	Dos terceras partes de los analfabetos son mujeres y la tasa de empleo entre las mujeres es de dos terceras partes que la de los hombres.
<b>4. Reducir la mortandad infantil.</b>	Cada año, cerca de 11 millones de niños pequeños mueren antes de su cumpleaños número 5, principalmente a causa de enfermedades que se pueden prevenir.
<b>5. Mejorar la salud materna.</b>	En el mundo en vías de desarrollo, el riesgo de muerte por parto es una en 48.
<b>6. Combatir el VIH/sida, la malaria y otras enfermedades.</b>	Cuarenta millones de personas viven con VIH/sida, entre ellas 5 millones se infectaron en 2001.
<b>7. Asegurar la sustentabilidad del medio ambiente.</b>	Más de mil millones de personas no tienen acceso a agua potable segura y más de 2 mil millones de personas no cuentan con medidas de saneamiento.
<b>8. Desarrollar una sociedad mundial para el desarrollo.</b>	

Fuente: Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2000.

Aunque en algunos casos se han logrado los objetivos, a comienzos del nuevo milenio quedaba claro que todavía había asuntos pendientes:



Se alcanzó el Objetivo de Desarrollo del Milenio, sin embargo, 1.200 millones de personas aún vivían en la extrema pobreza.



Se alcanzó un progreso considerable en el aumento de la matriculación en la escuela primaria desde 1990. Sin embargo, en algunos países en desarrollo, muchos niños en edad de recibir educación primaria no asistían a la escuela y muchos niños que habían comenzado la escuela primaria no la completaron.



La mayoría de las regiones alcanzó la paridad de género en la enseñanza primaria, pero la disparidad continuó en niveles superiores. Además, la representación política de las mujeres fue en aumento, pero la paridad seguirá siendo una meta distante.



A pesar de los avances sustanciales para reducir la mortalidad de niños menores de 5 años, quedaba claro que podrían salvarse más niños de la muerte si se concientiza a la población acerca de enfatizar sobre los recién nacidos para continuar acelerando el progreso en la supervivencia infantil.



Asia meridional y Asia oriental hicieron los mayores progresos para reducir la mortalidad materna. Sin embargo, uno de cada cuatro bebés en el mundo nacía sin atención especializada y solo la mitad de los países contaba con información sobre las causas de muerte materna.



La cantidad de personas con nuevas infecciones de VIH continuó cayendo en muchas regiones del mundo. La cantidad de niños que quedaron huérfanos debido al SIDA empezó a disminuir, pero eran millones los que todavía necesitaban protección y atención.



Se desaceleró la deforestación, pero todavía perjudicaba a las especies y a los medios de vida de millones de personas. Las emisiones de gases de efecto invernadero del mundo continuaban aumentando, y eran más de un 50% más altas que su nivel en 1990.



La asistencia oficial para el desarrollo se había estancado en los últimos años, después de haber aumentado significativamente en la primera década del nuevo milenio. Las importaciones de los países en desarrollo, en particular de los países menos adelantados, recibían un tratamiento cada vez más preferencial por parte de los países desarrollados. Los productos agrícolas de los países menos adelantados siguen recibiendo las mayores preferencias comerciales (ONU, 2000).

### 3.2. Reformulaciones y lecciones aprendidas. Segunda etapa (2002-2015)

Dado el grado de conciencia de los asuntos aún pendientes, el período comprendido entre 2002 y 2012 fue una etapa demandante en cuanto a cuáles eran los principios y los objetivos que se habían cumplido y cuáles estaban por cumplirse; cuáles eran las lecciones aprendidas y cuáles las que todavía debían concientizarse. Con esta evaluación se inicia una segunda etapa.

En 2002, en la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo (Sudáfrica), se expone la preocupación por el decepcionante resultado obtenido en la búsqueda de Desarrollo Sustentable. La Asamblea General de las Naciones Unidas denuncia el aumento de la pobreza y la degradación del medio ambiente y advierte la necesidad imperiosa de una cumbre donde se propongan acciones y se observen y evalúen los resultados

concretos, más que nuevos debates filosóficos políticos.



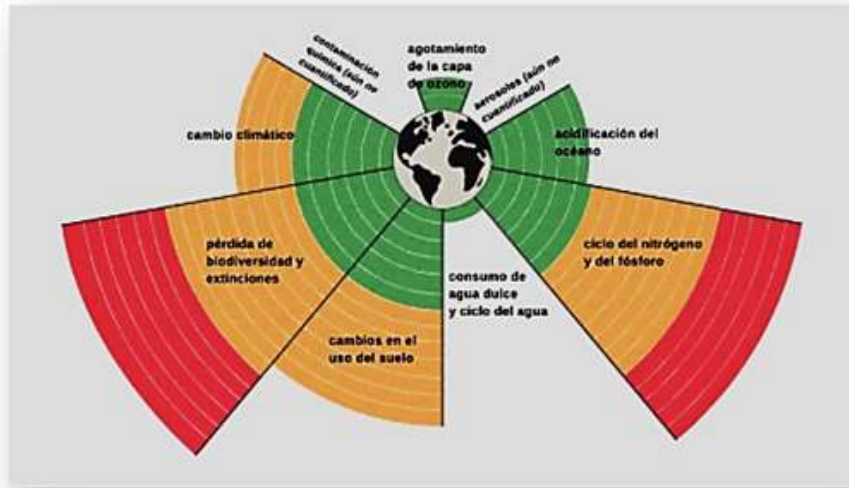
En 2012, la Cumbre Río +20 se propone lograr un acuerdo de objetivos mínimos que se verá plasmado en la definición del documento “El futuro que queremos”<sup>3</sup>. Los principales temas tratados siguieron siendo los mismos: la necesidad de reducir la pobreza, la promoción de la equidad social y la necesidad de garantizar la protección del medio ambiente. Los debates giraron alrededor de la construcción de una “economía ecológica” para alcanzar el Desarrollo Sustentable. Río+20, obtuvo la atención de representantes del sistema de las Naciones Unidas. Hubo compromisos y alianzas, acuerdos enfocados a acordar visiones comunes para lograr sostenibilidad. Algunas de las nociones principales que se discutieron en esta cumbre son las siguientes:

- El mundo está cada vez más poblado y nuestros modelos de producción y consumo hacen que el crecimiento sea insostenible a mediano y largo plazo. Además, las personas somos causantes de la escasez de recursos y del deterioro ambiental. Se estimaba en 2012 que hacia 2030, el mundo necesitaría al menos un 50% más de alimentos, un 45% más de energía y un 30% más de agua.
- Con el advenimiento de la globalización, algunos sectores afirmaban que garantizar el crecimiento económico traería el bienestar para todos. (De hecho, entre 1992 y 2010 el Producto Bruto Interno (PBI) mundial había crecido en un 75% y el PBI per cápita en un 40%). Sin embargo, casi 2 mil millones de personas seguían viviendo en la pobreza más absoluta, la desigualdad seguía creciendo entre los países y también dentro de cada nación, y el hambre seguía sin erradicarse, afectando a casi mil millones de personas.
- Nuestro modelo de crecimiento económico genera grandes daños al planeta en sus procesos de producción y de consumo. En 2009, el científico y ex director del Stockholm Resilience Centre, Johan Rockström, dirigió a un grupo de 28 investigadores con un propósito desafiante: identificar los procesos que regulan la estabilidad y resiliencia del sistema terrestre. El resultado: los nueve límites planetarios. Dentro de estos límites (color verde) la humanidad podría continuar desarrollándose en el presente y futuro en una relación armónica con la naturaleza. Pero cruzar esos límites (color naranja y rojo) incrementa el

---

<sup>3</sup> Resolución aprobada por la Asamblea General el 27 de julio de 2012 “El futuro que queremos”. Disponible en: [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=S).

riesgo de cambios en el ambiente. Romperlos puede significar que esos cambios sean irreversibles<sup>4</sup>.



### 3.3. Nueva agenda para alcanzar la sostenibilidad. Tercera etapa (2015-actualidad)

En 2015, inicia una tercera etapa, cuando los 193 Estados miembros de las Naciones Unidas definieron un nuevo plan de acción con objetivos y metas específicas de DS que deberían alcanzarse en los próximos 15 años: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible<sup>5</sup>. Esta agenda busca ser una nueva hoja de ruta enmarcada en un nuevo paradigma de desarrollo, en el que las personas sean el centro, se respeten los derechos a nivel global, se tenga en cuenta a cada sociedad a escala planetaria y se efectivicen de manera holística los pilares del desarrollo sostenible: lo económico, lo social y lo medioambiental.

---

<sup>4</sup> Es una muy buena oportunidad de profundizar en este tema el documental *Romper los límites. La ciencia de nuestro planeta* (Netflix, 2021). En él, los expertos David Attenborough y Johan Rockström alertan sobre la crisis climática y plantean alternativas para solucionarla, ya que opinan que todavía hay chances y que esta década será decisiva.

<sup>5</sup> Los objetivos del DS que se fijaron en el 2015 y que se constituyen en la Agenda 2030 tuvieron 3 puntales: la Encíclica del Papa Laudato Si', el Acuerdo de París y el Protocolo de Kyoto. La Encíclica del Papa Francisco: es la carta sobre la creación y el cuidado de nuestra casa común, hace un llamado hacia una "conversión ecológica" a través de cambios en nuestro estilo de vida y nuestra sociedad, además de ejercer una fuerte acción política. Tanto el Acuerdo de París como el Protocolo de Kyoto: plantean la reducción de gases de efectos invernadero que devienen de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio climático y reinterpretan la responsabilidad común pero diferenciada. Cada país tiene que hacerse cargo de sus responsabilidades y contribuciones y sus actividades económicas frente al planeta.



Las Universidades, en el marco de su responsabilidad social y ambiental, deben ser agentes principales involucrados en estos objetivos. La nueva agenda contempla todos los principios acordados tanto en la Conferencia de Estocolmo como en la cumbre de Río, la Carta de Naturaleza y la Cumbre de Johannesburgo, aunque pone énfasis en la interrelación del pilar económico, social y ambiental, pilares centrales en la definición de desarrollo sostenible. Esto significa que la integración de estos tres componentes es sinónimo de sostenibilidad: porque sólo si se integra lo económico y lo social obtendremos el desarrollo económico sostenible (equitativo); si se integra lo social y lo ambiental obtendremos un entorno social equitativo (soportable) y si se integra lo ambiental y lo económico obtendremos un entorno natural construido de modo sostenible (viable).

Los 17 Objetivos de la Agenda 2030 se elaboraron en más de dos años de consultas públicas, interacción con la sociedad civil y negociaciones entre los países y son los siguientes:



Fuente: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015.









Lo interesante aquí, a diferencia de los Objetivos del Desarrollo del Milenio, es que estos objetivos contienen metas establecidas, con las cuales las empresas y los Estados quedan comprometidos a través de iniciativas que se propongan y desarrollen. Estas metas pueden generar indicadores específicos, medibles, realistas y




alcanzables. Se cuentan con estadísticas y porcentajes, cálculos y estimaciones acerca de, por ejemplo, cuánto es posible reducir la basura o hasta qué punto es posible contribuir al acceso de otros servicios como indicadores en cuanto a la generación de energías renovables. Las metas tienen que ser alcanzables y el objetivo clave es brindar un discurso compartido, unir a la comunidad global, apoyar abordajes de largo plazo, definir responsabilidades además de promover un pensamiento integrado.

Los 17 ODS son interdependientes. Por eso, es necesario que se apliquen de manera integrada. Tienen carácter mundial, aunque se espera que se apliquen universalmente de acuerdo con las diferentes realidades, capacidades, niveles de desarrollo, políticas y prioridades de los países. Cada país, por lo tanto, debe adaptar los 17 ODS a su realidad nacional y según sus propias necesidades.

En 2021, la Cumbre de Glasgow (Escocia) reúne a los líderes mundiales para establecer y revisar los compromisos que abogan una acción urgente contra el cambio climático. Uno de los temas de debate se concentra en establecer objetivos más ambiciosos con relación a la reducción del carbono dado que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero siguieron en aumento y los compromisos internacionales asumidos no han sido suficientes para evitar las graves consecuencias. Los nuevos datos publicados sugieren que las emisiones mundiales continuaron aumentando durante los últimos años, sobre todo después de una caída inducida por el virus Covid-19, y pueden alcanzar los niveles récord establecidos antes de que comenzara la pandemia.

A continuación, presentamos una síntesis de las cumbres y objetivos enunciados en cada una:

Primera etapa		<b>Cumbre de la Tierra de Estocolmo (1972)</b>	Fue la primera vez que se asumió la necesidad de definir una política internacional de medio ambiente. En dicha oportunidad se instauró el <b>Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas</b> .
		<b>Naciones Unidas (1982)</b>	<b>Carta Mundial de la Naturaleza.</b> La naturaleza comienza a entenderse como sujeto de derecho y no objeto de derecho.
		<b>Comisión Mundial sobre el Medio ambiente y el Desarrollo (1983)</b>	Se propone lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las generaciones futuras y sentar las bases para una asociación mundial entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como entre los gobiernos y los sectores de la sociedad civil, sobre la base de la comprensión de las necesidades y los intereses comunes.
		<b>Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987)</b>	Se define el concepto de <b>Desarrollo Sustentable (DS)</b> , entendiéndolo como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades".
		<b>Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992)</b>	Se establecen <b>27 Principios</b> que abarcan cuestiones tales como la protección del medio ambiente; la relación entre el desarrollo económico, sostenible y ambiental; la cooperación entre los países para proteger, preservar y restablecer la salud (entendida como integral) y los recursos naturales de la tierra; la responsabilidad de los Estados de promulgar las leyes eficaces sobre el medio ambiente; la participación ciudadana en la protección del medio ambiente, entre otras.
		<b>Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (1999)</b>	Se plantea la <b>noción de Desarrollo Humano (DH)</b> , entendido como un concepto complejo que vincula diversos factores: la salud, el ingreso, la educación, el rol de la mujer y la situación del ambiente, entre otros. El DH integra y complementa al concepto de Desarrollo Sustentable y se centra en las personas y la necesidad de satisfacer sus necesidades básicas.
Segunda Etapa		<b>Cumbre del Milenio en Nueva York (2000)</b>	Se plantean 8 objetivos: (1) erradicar la pobreza extrema y el hambre, (2) lograr la enseñanza primaria universal, (3) promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de la mujer, (4) reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años, (5) mejorar la salud materna, (6) combatir el VIH / SIDA, la malaria y otras enfermedades; (7) garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, y (8) fomentar una alianza mundial para el desarrollo.
		<b>Cumbre de la Tierra de Johannesburgo (2002)</b>	En la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo se expone la <b>preocupación por el decepcionante resultado obtenido en la búsqueda de Desarrollo Sustentable</b> . La Asamblea General de las Naciones Unidas denuncia el aumento de la pobreza y la degradación del medio ambiente y advierte la necesidad imperiosa de una cumbre donde se propongan acciones y se observen y

Tercera Etapa			evalúen resultados, más que un nuevo debate filosófico político.
		<b>Cumbre de Río +20 (2012)</b>	Los principales temas tratados tienen que ver con: la necesidad de reducir la pobreza, la promoción de la equidad social y la necesidad de garantizar la protección del medio ambiente. Los debates giraron alrededor de la construcción de una <b>economía ecológica</b> para alcanzar el Desarrollo Sustentable.
		<b>Naciones Unidas (Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable) (2015)</b>	Se plantean <b>17 objetivos de DS</b> : (1) Fin de la pobreza. (2) Hambre Cero. (3) Salud y bienestar. (4) Educación de calidad. (5) Igualdad de género. (6) Agua limpia y saneamiento. (7) Energía asequible y no contaminante. (8) Trabajo decente y crecimiento económico. (9) Agua, industria, innovación e infraestructura. (10) Reducción de las desigualdades. (11) Ciudades y comunidades sostenibles. (12) Producción y consumos responsables. (13) Acción por el clima. (14) Vida submarina. (15) Vida de ecosistemas terrestres. (16) Paz, justicia e instituciones sólidas. (17) Alianzas para lograr los objetivos.
		<b>Cumbre de Glasgow (2021)</b>	<b>Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.</b> Los países intervinientes acuerdan cinco puntos: (1) Se insta a los países desarrollados a duplicar los fondos para los países en desarrollo para ayudarles a adaptarse al cambio climático. (2) Se solicita a los países a actualizar a más tardar el año entrante sus metas de reducción de carbono para 2030. (3) Se hace un llamado para reducir gradualmente "el uso del carbón como fuente de energía y los subsidios a los combustibles fósiles ineficientes". (4) Se hace énfasis en la necesidad de "aumentar significativamente el apoyo" a los países en desarrollo más allá de los US\$100.000 millones al año. (5) Se establecerá un diálogo para examinar el tema de dinero a cambio del daño que el cambio climático ya ha causado.

Fuente: Elaboración propia según información de Programas de Naciones Unidas para el Desarrollo.

#### 4. Relación entre Sostenibilidad e Ingeniería

Pensar la relación entre estos dos conceptos, nos lleva a redefinir los procesos industriales, que deben ser sostenibles: deben ser procesos que potencien el aprovechamiento de los materiales y la energía para la producción de bienes (o productos útiles) y minimicen o eliminen la presencia de residuos y desechos (ya que, dependiendo del tipo de residuo, estos pueden contribuir a la contaminación ambiental y a sus efectos). Por ejemplo, el diseño sostenible en ingeniería de procesos incluye la parte de diseño, pero además (para ser sostenible) debe tener en cuenta el

aporte de otros conocimientos o campos de conocimientos como por ejemplo de la Química Verde<sup>6</sup>, la Ingeniería Verde<sup>7</sup>, la Ecología industrial<sup>8</sup> y la Biomimética<sup>9</sup>.

Uno de los ejemplos más antiguos que podemos mencionar sobre el aporte de la ingeniería para el cuidado del medio ambiente se dio con la aparición de la Ingeniería Ambiental (Mihelcic, Zimmerman, 2011), un campo de trabajo que ya tiene más de cinco décadas y que se ha originado en los EE.UU. a partir de la enorme contaminación de sus ríos, como pasó en Ohio, o la toxicidad del aire en algunas de sus ciudades industriales, como el caso de Los Ángeles o Nueva York.

A medida que la población mundial y su consumo per cápita se fue incrementando, también fue aumentando la urgencia de tener ingenieros que protejan y estimulen el medio ambiente. En estrecha relación con el campo de la ingeniería ambiental, se construyó el concepto de *ingeniería sustentable*. Este concepto pone el acento en el diseño de sistemas humanos e industriales que garanticen que el uso de los recursos y ciclos naturales no disminuya la calidad de vida por la pérdida de futuras oportunidades económicas, sociales, ambientales y referentes a la salud de las personas.

Esta nueva forma de pensar la ingeniería fue planteando desafíos a la formación de ingenieros, donde la cuestión de los problemas actuales no sea ajena a su profesión, como, por ejemplo: la producción de alimentos, los problemas del agua y el aire, el crecimiento urbano, la contaminación industrial, salud, energía, administración de desechos y otros campos. Con la comprensión de estos problemas mayores, la ingeniería como actividad social, tiene la obligación de aplicar sus conocimientos en la creación de diseños innovadores y sustentables, que ayuden a contemplarlos, contrarrestarlos y minimizarlos en pos del bienestar de todos.

---

<sup>6</sup> Química Verde: diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas.

<sup>7</sup> Ingeniería Verde: diseño, comercialización, y uso de procesos y productos, los cuales son técnica y económicamente viables, a la vez que minimizan: 1) la generación de contaminación 2) el riesgo para la salud y el medioambiente"

<sup>8</sup> Ecología Industrial: nueva área de conocimiento que propone una analogía entre los sistemas industriales y los ecosistemas naturales, modificando el modelo lineal de los sistemas productivos por un modelo cíclico, en el que se impulsan las interacciones entre la sociedad, la economía y el ambiente, haciendo más eficiente a los procesos industriales. Uno de los objetivos fundamentales es la generación de un sistema de interrelación en donde el residuo de una empresa sea la materia prima para otro sector de desarrollo industrial, transformando la idea de sistema industrial en ecosistema industrial.

<sup>9</sup> Biomimética: aplicación de diseños naturales para resolver problemas de ingeniería, ciencia de materiales, medicina y otros campos.

## 5. Desafíos actuales y futuros

Por último, los desafíos actuales y futuros para alcanzar la sustentabilidad en el campo de la ingeniería son los siguientes:

En primer lugar, el desafío *ambiental*. Éste se establece al pensar en el análisis del impacto de los proyectos tecnológicos en relación con su entorno ecológico. Aspectos como: el impacto ambiental derivado de la operación diaria de la organización, el consumo de recursos, las emisiones contaminantes a la atmósfera y gases de efecto invernadero, las emisiones contaminantes al agua y al suelo y la contaminación por ruido, la generación de residuos y disposición adecuada de los mismos, entre otros.

Un concepto que ayuda a definir la relación entre la ingeniería y el entorno es el de *Ecología industrial*. Esta idea es una nueva área de conocimiento que propone una analogía entre los sistemas industriales y los ecosistemas naturales, modificando el modelo lineal de los sistemas productivos por un modelo cíclico, en el que se impulsan las interacciones entre la sociedad, la economía y el ambiente, haciendo más eficiente a los procesos industriales (Cervantes Torre-Marín, Sosa Granados, Rodríguez Herrera, Robles Martínez, 2009). Desde este marco, uno de los objetivos fundamentales de la ecología industrial es la generación de un sistema de interrelación en donde el residuo de una empresa sea la materia prima para otro sector de desarrollo industrial, transformando la idea de sistema industrial en ecosistema industrial.

En segundo lugar, el desafío sobre el *desarrollo económico*, enfocado hacia un esquema de calidad, auditorías ambientales, introducción de tecnologías limpias y uso sustentable de recursos. Los tópicos que incluye son: los gastos de operación (eficiencia en el consumo de recursos y energía), el posicionamiento de la institución y ventaja competitiva en relación con otras instituciones, las condiciones ambientales que repercuten en la productividad, por mencionar sólo algunos.

En torno a este desafío, se busca que el principal supuesto se base en la idea que la calidad ambiental sea compatible con la calidad industrial y la eficiencia económica. Para lograr esto, es necesario rediseñar los sistemas industriales. El concepto que interviene es el de *ecoeficiencia* el cual propone el uso eficiente de los recursos en relación con el aumento de la productividad y la rentabilidad, sin opacar la responsabilidad medioambiental. Los indicadores de ecoeficiencia permiten medir la

cantidad de energía utilizada y los desechos generados, la cantidad de materia prima necesaria, la liberación de sustancias tóxicas al ambiente, la optimización del manejo de recursos, etc. La producción de las bombillas LED ilustra de un modo muy claro la aplicación de criterios de ecoeficiencia. El cambio en la fabricación de este producto de larga duración también supuso no perder de vista que el negocio sea rentable. La idea de ecoeficiencia está vinculada con las 3R (reducir, reutilizar y reciclar).

Otro concepto estrechamente vinculado a este sistema de innovación es el *diseño integrado de la cuna a la cuna*. Se trata de una estrategia de cambio, al repensar todo el proceso de diseño en sí mismo, basada en la idea de *ecoefectividad*. El énfasis está puesto en el trabajo de los productos, servicios y sistemas correctos. Supone pensar la fábrica imitando el ciclo virtuoso de la naturaleza usando los residuos para producir. Es decir, análogamente se puede pensar: cuando caen las hojas de los árboles, éstos no son residuos sino nutrientes para otros organismos.

En tercer lugar, el desafío **social** introduce el concepto de *responsabilidad social* de las personas y de las organizaciones ante los impactos que sus decisiones y actividades ocasionan en la sociedad y en el medio ambiente. Esto implica un comportamiento ético y transparente en cuestiones tales como: el cuidado del ambiente de trabajo y las condiciones de higiene y seguridad, el respeto de las normas ambientales, el impacto en el patrimonio cultural, en la salud y el bienestar, la disponibilidad y calidad de los servicios, el nivel de peligro o riesgo al que está expuesta la sociedad, entre otros. (ISO 26000) Desde esta visión, la *responsabilidad social de las empresas* puede entenderse como una política de gestión que se propone responder a los impactos sociales y ambientales que las organizaciones puedan generar en una sociedad global tecnocientífica en riesgo. El dilema reside en comprender lo que significa ser responsable no solamente en las acciones y sus efectos directos, sino también en los impactos provocados en el planeta entero y en las condiciones de habitabilidad para las generaciones futuras (Vallaey, 2014).

Los desafíos ambientales, económicos y sociales demandan una nueva revolución que reemplace los conceptos propios de revoluciones anteriores, tal como pueden enumerarse en la siguiente tabla. “Los ingenieros pueden contribuir de manera significativa al éxito de la revolución sustentable mediante su potencial para diseñar y

*administrar el futuro con diseños innovadores y sustentables” (Mihelcic, Zimmerman, 2011: 21).*

Revolución Industrial	Revolución Sustentable
Energía no renovable	Energía renovable
Desperdicio	Eficiencia
Cambio climático	Restauración ecológica
Consumo	Equidad de recursos
Acumulación	Justicia social y medioambiental
Toxicidad, smog, contaminantes orgánicos persistentes, disruptores endocrinos	Química verde
Transportación	Accesibilidad
Canales hidráulicos de hormigón	Desarrollos hídricos de bajo impacto con base en agua de lluvia y de tormenta
Islas de calor como uno de los efectos urbanos	Techos verdes
Bioacumulación	Biodiversidad
Diseño industrial	Diseño verde
Producto interno bruto (PIB)	Índice de bienestar económico sustentable, índice de sustentabilidad medioambiental, indicador de progreso genuino

Fuente: Mihelcic, Zimmerman, 2011, pág. 22. Vocabulario de la Revolución Industrial y de la Revolución Sustentable.



## 6. A modo de cierre

En este capítulo, identificamos los modelos de desarrollo aplicados a nivel mundial y en el contexto latinoamericano. Por un lado, explicamos las teorías del desarrollo y los debates en torno a la génesis del desarrollo sostenible. Por otro lado, repasamos los acuerdos que, en diferentes etapas, surgieron del diálogo que viene desarrollando la ONU (Naciones Unidas) hace varias décadas. Posteriormente, planteamos las conexiones entre la ingeniería y el paradigma del desarrollo sostenible. Por último, abordamos los desafíos que marcan cambios sustanciales del sistema productivo para el campo de la ingeniería. En base a esto, presentamos los conceptos *-ecología industrial, ecoeficiencia, ecoefectividad y responsabilidad social de las organizaciones-* asociados a nuevos campos de conocimientos fuertemente enraizados con los procesos industriales sostenibles.

## 7. Referencias bibliográficas

- Arasa, M., Andreu, J. (1996) *Economía del Desarrollo*. Madrid: Dykinson.
- Cardoso, F., Faletto, E. (1969) *Dependencia y desarrollo en América Latina*, México: Siglo XXI.
- Cervantes Torre Marín, G., Sosa Granados, R., Rodríguez Herrera, G., Robles Martínez, F. (2009) Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería*, vol. 13, núm. 1, enero-abril, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México, pp. 63-70.
- Keynes, J. M. (1983) *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Lewis, W. A. (1955) *Teoría del desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mihelcic, J. R., Zimmerman, J. B. (2011) *Ingeniería ambiental: fundamentos, sustentabilidad, diseño*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Moneta, C. (1994) Reglas del juego. América Latina, Globalización y Regionalismo. Bs. As.: Ed. Corregidor.
- Naciones Unidas (2011) División Para El Desarrollo Sostenible. Agenda 21. Disponible en:  
[http://www.un.org/esa/dsd/agenda21\\_spanish/res\\_agenda21\\_25.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_agenda21_25.shtml)

- (2015) Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2015.  
 Disponible en: [Informe 2015 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio](#)
- (2017) Labor de la Comisión de Estadística en relación con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resol. 71/313. Disponible en: [http://ggim.un.org/documents/A\\_Res\\_71\\_313\\_s.pdf](http://ggim.un.org/documents/A_Res_71_313_s.pdf).
- Prebisch, R. (1948/1998) El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas, en *Cincuenta años de pensamiento en la CEPAL: textos seleccionados*, vol. I, México: Fondo de Cultura Económica, pp. 63-129.
- Rist, G. (2001). *Le développement. Histoire d'une croyance occidentale* [Desarrollo. Historia de una civilización occidental]. Paris: Presses de Sciences Politiques.
- Rostow, W. W. (1960), *Las etapas del crecimiento económico*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Stiglitz, J. E. (2002), *El malestar en la globalización*, España: Taurus.
- Vallaes, F. (2014) La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización. *Revista Iberoamericana de Educación Superior [en línea]*, V(12), 105-117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299129977006>
- Lecturas sugeridas: [Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible](#)
- Repositorio de textos del PNUD:
- [Stories | SDG Integration](#) [Historias. Sustainable Development Goals]
- [Big bets and change | SDG Integration](#) [Grandes apuestas y cambios. En Uruguay, Estamos reimaginando el desarrollo con la vista puesta en resultados transformadores]
- [Unlocking Multidimensional Data for Vaccine Equity | SDG Integration](#)  
 [Desbloquear los datos multidimensionales para la equidad de las Vacunas. La toma de decisiones basada en datos y el análisis integrado permiten cambios transformadores]
- At Glasgow Summit, Advocates Plead for Urgent Climate Action [En la Cumbre de Glasgow, los defensores del clima abogan por una acción urgente] Disponible en: <https://undark.org/2021/11/05/abstracts-cop26-climate-spacex/> (noviembre 2021)