



## DILEMAS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Jorge Campos Montero  
Director Centro de Investigación en Sostenibilidad  
[jcampos@fundepos.ac.cr](mailto:jcampos@fundepos.ac.cr)  
Universidad FUNDEPOS de Costa Rica

En este artículo se hace una revisión de la situación ambiental mundial, utilizando información de algunos de los trabajos científicos más recientes. Se muestra cual es el estado del planeta y cuáles son los impactos más fuertes, acumulados a la fecha, por efecto del desarrollo económico basado en un modelo de economía lineal, altamente dependiente de recursos naturales y fuertemente impactante por la generación de residuos sólidos y líquidos que producen gran contaminación. Se mencionan y analizan puntos de inflexión del planeta tierra, indicando los impactos esperados al ser humano por efecto de estar cerca, o ya haber llegado, a esos umbrales, como parece ser el caso de los arrecifes de coral. De la misma forma se analiza el efecto global que el aumento en el calentamiento global tiene sobre el planeta y sus efectos negativos y acumulativos sobre nuestro modus vivendi actual. Finalmente se presentan ejemplos de acciones positivas en diferentes partes del mundo, dirigidas a reducir la emisión de gases efecto de invernadero (GEI).

## ¿Quién quiere un desarrollo sostenible?

Si lleváramos a cabo una encuesta es probable que un porcentaje muy alto de los entrevistados estén a favor de lograrlo. Y es lógico que así sea, el término sostenibilidad conlleva un mensaje positivo.

Como lo indica Zarta Ávila[1] en su artículo la sustentabilidad o sostenibilidad, un concepto poderoso para la humanidad:

...este término, a más de su aspecto temporal, incluye conceptos que interrelacionan aristas muy importantes que preocupan a todos los seres de la tierra, como quiera que tengan que ver con la vida humana, principio y esencia del ser, guardando relación con el presente y futuro del planeta tierra y su interacción con ella. Con base en estos planteamientos, la edificación de una nueva cultura del individuo dentro de la sociedad.



El fin último de la sostenibilidad se asocia con la búsqueda de progreso social, progreso económico y desarrollo humano, en un contexto de respeto y armonía con la naturaleza, fortaleciendo además la colaboración internacional para salir todos adelante. Como lo indica la ONU en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, ¡Que nadie se quede atrás!

No dejar a nadie atrás significa cambiar paradigmas, especialmente los que prevalecían décadas atrás, donde los países abogaban por su bienestar económico, social, ambiental y de salubridad, con una visión un tanto egocéntrica, siempre buscando su mejor beneficio y con poca atención a la condición de otros países o regiones, en condiciones menos competitivas o inclusive de subdesarrollo.

Hoy en día, la globalización tiene interconectado todo el mundo y al igual que electrónicamente, estamos más conectados que nunca y el intercambio de personas alrededor del mundo está en crecimiento pos-COVID-19. Para referencia en 2018 viajaron en avión 4.300 millones de personas y se anticipa un crecimiento sostenido durante los próximos 20 años[1].

Varias crisis como las del VIH, SARS, Ébola y más recientemente, COVID-19, casi todas de tipo zoonótico, que se esparcieron muy rápidamente desde países con menores índices de desarrollo, en algunos casos al resto del mundo, son una evidencia manifiesta de porqué debemos velar por la salud integral de todo el planeta, pues hoy día “el problema de uno es el problema de todos”; los impactos son globales.

Desde que se instaló la Comisión Bruntland en 1983 y posteriormente con la publicación del informe Nuestro Futuro Común en 1987[2], también conocido como el Informe Bruntland, el tema central de la sostenibilidad consiste en que “las generaciones futuras no vean comprometidas sus posibilidades para una vida sana, en armonía con una naturaleza resiliente, dentro de un marco de paz y respeto”.



---

En consonancia con lo anterior, debemos tener presente que antes que pensar que les heredaremos el planeta a las futuras generaciones, y que por eso debemos cuidarlo para no comprometer sus posibilidades de vida, lo que realmente debe prevalecer es que las actuales generaciones tomamos prestado el planeta que les pertenece a las futuras generaciones, y así sucesivamente generación tras generación, lo cual nos compromete aún más a actuar responsablemente en cuanto al uso que hagamos de los recursos que este planeta tiene a disposición.

No obstante, la importancia de ese cambio de paradigma, ya sabemos, sin tela de duda, que hemos causado impactos que son irreversibles en el corto y mediano plazo, y que sin duda afectarán seriamente la calidad de vida y las oportunidades de una vida sana a las futuras generaciones. El ejemplo más claro y potencialmente impactante es la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera a niveles nunca vistos y que puede permanecer ahí de 300 a 1000 años[1], la vida de muchas generaciones venideras. El dilema entonces es si esas futuras generaciones realmente tendrán la oportunidad de desarrollarse sosteniblemente, independientemente de la Agenda 2030 de la Naciones Unidas o del Acuerdo de París.

El prestigiado científico, Dr. Johan Rockström, director del Instituto Potsdam de Investigación sobre el Impacto del Clima, con sede en Alemania, aparte haber publicado muchos artículos científicos sobre el estado e impacto del clima, produjo la interesante serie radial: "El estado del planeta y lo que debemos hacer".

En uno de los capítulos Rockström nos habla de que es preciso declarar un estado de emergencia climática, ligada al concepto de nueve puntos de inflexión planetaria. Estos son básicamente puntos de no retorno, cuando los cambios en un sistema o ecosistema lo desestabilizan al punto tal que se produce un desplazamiento hacia otro estado de equilibrio, que a la naturaleza puede no afectarle en absoluto, solo se redistribuyen energías y estados en todo el planeta, pero que pueden impactar seriamente a la raza humana y a la forma que nos hemos desarrollado durante el Holoceno, un período interglaciar, con temperaturas moderadas, que permitieron el avance de las civilizaciones humanas hasta el nivel en que actualmente las conocemos.

**Los nueve puntos de inflexión son:** 1- Derretimiento del hielo marino ártico, 2- Pérdida de la capa de hielo de Groenlandia, 3- Degradación del estado de los bosques boreales, 4. Pérdida del permafrost, 5- Debilitamiento de la circulación de vuelco meridional del Atlántico, 6- Pérdida de cobertura forestal de la selva amazónica, 7- Muerte de los arrecifes de coral, 8- Derretimiento de la capa de hielo antártico occidental y 9- Derretimiento de partes de la Antártida Oriental.

El 1, 2, 8 y 9 tienen todos que ver con cambios de estado y derretimiento de capas de hielo, con el consecuente incremento en el nivel del mar, y como círculo vicioso, también el incremento en la temperatura del océano. Esto sucede por la reducción en la reflexión de los rayos solares por parte de las masas blancas de hielo, que entonces los océanos absorben, por lo que se calientan más, lo cual a su vez acelera el derretimiento de otras masas de hielo. Esto llevará a la inundación de muchas ciudades costeras, salinización de acuíferos, problemas sanitarios, pérdida de zonas de cultivo y de acuicultura costera y en algunos casos pérdida de países completos, como es el caso de las Maldivas o las Islas Salomón[1].

La mayoría de las personas que se verán afectadas por el aumento en el nivel del mar son de China con 43 millones, 32 y 27 millones respectivamente en Bangladesh e India, al igual que Vietnam, Indonesia, Tailandia, Filipinas y Japón. En Europa, los Países Bajos serían teóricamente los más afectados[2].

Las quemaduras en los bosques boreales están liberando grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Los incendios forestales cada vez más frecuentes y severos producto del calentamiento global, podrían quemar el carbono de generaciones de antigüedad almacenado en los suelos de los bosques boreales, según los resultados del Experimento de Vulnerabilidad Ártico-Boreal (ABOVE) financiado por la División de Ciencias de la Tierra de la NASA[3]. Estos bosques boreales son las masas más grandes de bosques de la tierra y tienen fijadas toneladas de carbono, que se está liberando producto de las quemaduras cada vez más frecuentes, además del carbono fijado en el suelo.

Para que quede más claro el punto, los bosques boreales tienen una extensión de 0.5 mil millones de hectáreas, es el almacén terrestre más grande de la Tierra, almacenando 208 mil millones de toneladas de carbono, o el 11% del total del planeta.[1].

El dilema entonces es que, al incrementarse el calentamiento global, aumentan los incendios de bosque boreales y así la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo cual suma al incremento de la temperatura del planeta, y provoca más incendios, en un ciclo que se autoalimenta, con consecuencias negativas para la raza humana. ¿Podremos controlarlo?

Con el permafrost tenemos una condición similar a la de los bosques boreales. En esa capa de hielo, que puede tener un grosor de unos pocos metros hasta 15 km bajo una delgada capa de vegetación, se encuentran acumuladas 1.4-1.6 billones de toneladas de carbono, que es más de dos veces el carbono que se encuentra en la atmósfera hoy día. Además, según el Arctic Report Card: Update for 2019:

Las nuevas mediciones regionales y de la temporada de invierno del flujo de dióxido de carbono del ecosistema indican de forma independiente que los ecosistemas de la región del permafrost están liberando carbono neto (potencialmente de 0,3 a 0,6 Pg C por año) [2] a la atmósfera. Estas observaciones significan que la retroalimentación para acelerar el cambio climático ya puede estar en marcha

Estamos entonces ante otro dilema, el calor acelera el deshielo del permafrost, esto a su vez activa los microorganismos que transforman el carbono presente en CO<sub>2</sub>, que es liberado a la atmósfera, además de metano, los cuales contribuyen al aumento global de temperatura, que a su vez acelera el deshielo del permafrost, en un círculo que desde el punto de vista de los humanos se puede considerar vicioso. ¿Tendrá el ser humano la capacidad de detener este proceso?

El debilitamiento de la circulación de vuelco meridional del Atlántico, también conocida como la corriente del Golfo, está asociada al calentamiento global y el consecuente derretimiento de la capa de hielo de Groenlandia, así como al aumento de la precipitación, según estudios del Instituto Potsdam para Investigación Climática[1]. Las consecuencias de este debilitamiento se asocian con potenciales aumentos en el nivel del mar en la costa este de los Estados Unidos, así como olas de calor extremo y reducción de la precipitación de verano en Europa.

De acuerdo con ese mismo estudio, "si continuamos impulsando el calentamiento global, el Sistema de la Corriente del Golfo se debilitará aún más, entre un 34 y un 45 por ciento para 2100, según la última generación de modelos climáticos, esto podría acercarnos peligrosamente al punto de inflexión en el que el flujo se vuelve inestable".

Es importante entender que este flujo de masas de agua caliente desde los trópicos hacia el norte es lo que permite el clima mediterráneo en Europa y se cree que el enfriamiento experimentado en los últimos años en esa región es producto del debilitamiento de esa corriente del Golfo. Esa es la condición actual. Pero si el flujo se vuelve inestable producto de constante calentamiento global, como parecen predecir los modelos, entonces estará en juego el cambio global del clima en la tierra, dado que las corrientes marinas están interconectadas, siendo entonces que la precipitación puede cambiar radicalmente a nivel mundial, lo cual puede llevar a que el norte de Europa se torne mucho más frío, que zonas áridas se vuelvan húmedas y viceversa, atentando contra la seguridad alimentaria mundial.

Hay que tener claro que vivimos en un planeta donde todos los sistemas están interconectados y donde la dinámica de intercambio de calor entre el océano y la atmósfera determina el clima en la tierra. La inestabilidad de esta corriente puede afectar los patrones de precipitación en el Atlántico y también sobre la Amazonía. El aumento esperado de la precipitación en el sur del Amazonas puede de alguna forma contrarrestar efectos negativos en esta masa de bosque producto del calentamiento global, como las quemas y la consecuente pérdida de bosque[1]. Aunque esta predicción se podría considerar una buena noticia para la Amazonía, no es claro qué otros efectos de rebote puedan darse, siempre con impactos globales negativos en cuanto a la estabilidad climática que los seres humanos necesitamos para continuar con nuestro modo de vida.

Si bien es cierto que lo antes indicado sobre impactos positivos en el Amazonas producto de debilitamiento de la corriente de vuelco meridional del Atlántico, podría dar una luz de esperanza para ese importante ecosistema, ese incremento en la precipitación solo servirá si aún se conserva el bosque.

De acuerdo con investigaciones recopiladas por Silva Junior del Laboratorio de Ecosistemas Tropicales y Ciencias Ambientales (TREES) y otros autores:

En 2019, se talaron 10.129 km<sup>2</sup> de bosque, un aumento del 34% en comparación con 2018 (7.536 km<sup>2</sup>). En 2020, el Programa Brasileño de Monitoreo de la Deforestación Amazónica (PRODES) estimó la deforestación en 11.088 km<sup>2</sup>, con base en el 45% del área monitoreada. Esto representa un aumento del 47% y 9,5% en comparación con 2018 y 2019, respectivamente, y es la tasa más alta de la década. Equivale a 648 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera.

En 2018, Carlos Nobre, investigador del clima en la Universidad de São Paulo, dio la voz de alarma al argumentar que la Amazonía podría estar mucho más cerca de un punto de inflexión de lo que los científicos pensaban. Él y Thomas Lovejoy, un investigador ambiental de la Universidad George Mason en Fairfax, Virginia, escribieron un editorial afirmando que si solo se talara el 20-25% de la selva tropical, podría alcanzar un punto de inflexión en el que el este, el sur y el centro de la Amazonia se convertirían en un ecosistema similar a la sabana[1]. Algunas estimaciones indican que ya se ha perdido alrededor del 20 % del total de la masa de bosque del Amazonas[2], lo cual nos deja un estrecho margen antes que pudiera llegarse al punto de no retorno y su transformación hacia una gran sabana.

Esto a su vez inyectaría miles de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo cual incrementaría la velocidad del calentamiento global; otro ciclo vicioso para la raza humana. ¿Podremos detener y revertir la destrucción del Amazonas?

Por su parte, los arrecifes de coral, los ecosistemas más productivos de los océanos se están perdiendo muy rápidamente.

Los expertos estiman que ahora hay solo la mitad de la cantidad de coral que había en los océanos hace 40 años. Los científicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) advirtieron que, si el calentamiento alcanzara los 2 grados OC en los próximos 50 años, habría más del 99% de posibilidades de que los corales tropicales sean erradicados. Esta pérdida está sucediendo al doble del ritmo del declive de la selva tropical.

En el caso del ecosistema arrecifal más grande del mundo, la Gran Barrera Australiana, "entre 1986 y 2012, más de la mitad del coral vivo se ha perdido. Si las tendencias actuales continúan, más del 90 por ciento o más del coral vivo desaparecerá de las partes central y sur del arrecife en solo 10 años"[1]. Una pérdida de cobertura de esta naturaleza implicaría una pérdida irrecuperable en biodiversidad, con las consecuencias que eso puede tener para la estabilidad de las diversas poblaciones marinas que utilizan los arrecifes como su hábitat de protección, alimentación o reproducción; repercutiendo también en poblaciones que los utilizan solo por períodos cortos dentro de su ciclo de vida y luego se desplazan a otras zonas del planeta. El 25% de todas las especies animales que viven en el océano tiene su hogar en los arrecifes coralinos.

En cuanto a la seguridad alimentaria de los países en vías de desarrollo, el impacto sería devastador, ya que “los arrecifes de coral contribuyen con aproximadamente una cuarta parte de la captura total de peces, proporcionando alimentos a un estimado de mil millones de personas solo en Asia”[3]. Y esto no considera las pérdidas por otras actividades económicas ligadas a los arrecifes, como es el turismo.

Por otra parte, no deja de tener importancia vital la protección que los arrecifes ofrecen a las zonas costeras, especialmente ante el incremento en el nivel del mar y las tormentas tropicales, pues esas masas arrecifales sirven como barreras protectoras que evitan el impacto directo de las olas y marejadas en la costa, evitando la erosión costera y las inundaciones. Al perderlos, este importante servicio ecosistémico se perdería. Parece que en este caso ya pasamos el punto de inflexión y el dilema es qué haremos ante la pérdida de los arrecifes, pues todo indica que el proceso está muy avanzado y no hay vuelta atrás.

La situación antes descrita en esos nueve aspectos está directamente ligada con el impacto de los seres humanos en el planeta, especialmente la acumulación de CO<sub>2</sub> producto de una actividad industrial basada en una economía lineal, altamente dependiente de los recursos naturales y generadora de inmensas cantidades de desechos. En gran medida esto se debe a que las empresas no se han hecho responsables del ciclo de vida de los productos que generan.

Veamos un ejemplo. Una empresa privada pone en el mercado un producto, dígame un refresco en una botella plástica. Desde que un cliente compra un refresco la botella deja de ser problema de la empresa, esta última recibe las ganancias acumuladas por las ventas y la sociedad en su conjunto debe pagar el precio posterior de la recolección y correcta disposición de esas botellas, que terminan contaminando la tierra, los ríos y finalmente los mares de todo el mundo. No en vano hay gigantescas islas de basura en el mar.

Una de ellas una está frente a Honduras[1], ligada a toda la contaminación que arrastra el Río Motagua. Otra está ubicada entre California y Hawái[2], se estima que contiene ochenta mil toneladas de plástico y mide aproximadamente 1.6 millones de Km<sup>2</sup>; para referencia esto es 31 veces el área de Costa Rica. Lo peor de esta situación consiste que la misma cantidad, o más plástico, está en fondo marino debajo del que flota en la superficie. La muy mala noticia es que estas no son las únicas islas de basura en los océanos del mundo.

Además de la contaminación física y de las amenazas para tortugas, aves y mamíferos marinos que estos plásticos representan, según indica la National Geographic:

“...estos peligros se ven agravados por el hecho de que los plásticos se filtran y absorben contaminantes dañinos. A medida que los plásticos se descomponen a través de la foto degradación, filtran colorantes y productos químicos, como el bisfenol A (BPA), que se han relacionado con problemas ambientales y de salud. Además, los plásticos también pueden absorber contaminantes, como los PCB del agua de mar. Estos productos químicos pueden entrar en la cadena alimentaria cuando son consumidos por la vida marina[1], y finalmente por los seres humanos con el consecuente riesgo a la salud”.

Quienes produjeron estos plásticos no se hacen responsables del impacto negativo a nivel mundial que están causando. Pero tampoco hay que dejar de lado el tema de responsabilidad individual y educación, ya que muchos de estos plásticos son descartados directamente al suelo por quienes consumen los productos, antes que dispuestos correctamente en recipientes adecuadas por un proceso posterior de separación y reciclaje. Cabe también una responsabilidad de los gobiernos, centrales o locales, que muchas veces no ponen adecuada atención a este problema de la contaminación por plásticos, especialmente aquellos de un solo uso.

Estas islas de basura marina están en aguas internacionales, así que oficialmente no son problema o responsabilidad de ningún país en particular. Ha habido y hay esfuerzos de emprendedores por limpiar este desastre ambiental, pero las dimensiones que tienen estas islas hacen que la labor sea, por ahora, casi imposible de lograr. El Programa de Desechos Marinos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de Norteamérica ha estimado que se necesitarían 67 barcos durante un año para limpiar menos del uno por ciento de la que se encuentra en Océano Pacífico Norte

Debemos migrar muy rápidamente hacia una economía circular, donde dejemos de hacer las cosas como siempre (“business as usual”), porque nos sentimos en una zona de confort, y porque de alguna forma vivimos con los ojos cerrados ante la agobiante realidad que vive el planeta tierra y antes los potenciales y colosales impactos que se van a dar, afectando a toda la raza humana.

Esto se ilustra de manera muy clara con el hecho que hemos acuñado un término que refleja esta realidad: el día de la sobrecapacidad de la tierra (“overshot day”[1]), que indica que estamos consumiendo los recursos del planeta a una velocidad mayor al que el mismo puede producirlos. Lo grave es que cada año que pasa este día llega antes. En 2021, para finales de julio, la humanidad ya había consumido lo que el planeta es capaz de regenerar en un año.

Lo anterior es un claro ejemplo de que la tierra no puede suplir todos los recursos que demandamos, a la velocidad que los requerimos, producto de nuestras costumbres de producción y consumo. Veamos esto en más detalle para evidenciar la magnitud del problema. El planeta no puede producir todo lo que demandamos por unidad y tiempo, pero además, la población de la tierra está en aumento y se estima que para 2050 y 2100 será de 9.8 billones y 11.2 billones[1] respectivamente, comparado con los 7.9 billones que somos actualmente.

Esto es, vamos a un aumento de 3.3 billones de personas para fin de siglo, que demandarán alimentos, prendas de vestir, agua, energía y habitación, todos recursos que se esperaba que el planeta, su hogar, pueda ofrecerles. Pero además generarán desechos sólidos y líquidos que el planeta tendrá que absorber y procesar.

Si al 2021 el planeta tierra ya no podía suplir los recursos que le exigimos, el dilema está en que podrá ofrecer para 2050 y 2100, sobre todo porque estamos asumiendo que es un planeta bajo condiciones “normales”, como siempre los hemos conocido

y esto es totalmente lo opuesto. Nuestra forma de hacer las cosas tiene al planeta estresado, los ciclos alterados, los balances de energía inestables, el clima cambiante, la biodiversidad seriamente disminuida, las aguas contaminadas.

Ante estas condiciones, la capacidad productiva del planeta como servicio ecosistémico global hacia los seres humanos se encuentra disminuida y cada vez lo será más, por las razones analizadas en párrafos anteriores, ergo, ese “overshot day” cada día será más pronto, hasta el punto donde potencialmente ya no exista capacidad productiva continuada en la forma en que los humanos la requerimos para nuestra subsistencia. Al ritmo que vamos, se estima que para 2050 necesitaríamos 3 plantas para suplir los recursos que demandamos de la Tierra[1].

Veamos algunos datos que refuerzan la anti-simbiótica relación que hemos sostenido con la Tierra, producto de nuestras costumbres de consumo y producción.

1. En todo el mundo usamos los recursos naturales 1,7 veces más rápido de lo que los ecosistemas pueden regenerarlos<sup>23</sup>.
2. 1300 millones de toneladas de alimentos se pierden o desperdician anualmente. El área que se requeriría para producirlos equivale a un país del tamaño de México[1].
3. Consumimos alrededor de 80.000 millones de prendas de vestir al año, para la cual cortamos 70 millones de árboles para la fabricación de telas. El 85% de los textiles son desechados en vertederos, o incinerados<sup>28</sup> y muchos terminan en los ríos.
4. La industria textil, la segunda más contaminante del mundo después de la petrolera, produce el 20% de las aguas residuales y el 10% de las emisiones de carbono en el mundo, esto es más que todos los vuelos internacionales y los barcos de carga combinados.
5. 1.300 millones de personas viven en pobreza, 663 millones de ellas son menores de edad[1]. ¡Esto representa un círculo vicioso, donde los pobres no tienen posibilidad alguna de salir de la pobreza!
6. Más del 90% de la población mundial respira aire contaminado.
7. Cada día se vierten 2 millones de toneladas de aguas residuales a los ríos

El camino que hemos recorrido como raza humana ha sido exitoso en cuanto al desarrollo logrado, que se evidencia de manera clara en los avances exponenciales en ciencia y tecnología (ingeniería genética, inteligencia artificial, nanotecnología, teléfonos inteligentes, el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), ciudades inteligentes, 5G, industria 5.0, por citar algunos). Sin embargo, como es evidente de lo discutido en párrafos anteriores y de las cifras expuestas, esto se ha dado a un alto precio en cuanto a la forma en que hemos utilizado los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, así como la forma en que hemos manejado los desechos sólidos y líquidos producto de este vertiginoso desarrollo.

Hoy tenemos una parte del mundo altamente desarrollada, que contrasta severamente con otra parte que vive en pobreza o pobreza extrema, con hambre, sin posibilidades de educación, sin acceso a energía limpia y no contaminante, sin acceso a agua potable, sin sistemas de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, 1.300 millones de personas en 107 países en desarrollo son multidimensionalmente pobres, según un informe de 2020 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo[1]. Y esto no se limita sólo a países en desarrollo, según el mismo estudio antes citado, en los Estados Unidos de Norteamérica, el 10.5% de la población equivalente a 34 millones de personas, viven en la pobreza según datos de 2019.

Lo que las cifras anteriores ilustran es que no solo hemos crecido a un alto precio en cuanto a los impactos ambientales causados, sino que también a un alto precio en cuanto al desarrollo social logrado. Vivimos en un mundo cada vez más desigual, donde la brecha entre pobres y ricos, y muy ricos, es cada vez mayor. Como ejemplo, en Costa Rica, el 10% de las personas con mayor riqueza acumuló el 50% de los ingresos durante el 2021 (y el 20% es acumulado únicamente por el 1% de las personas más ricas), mientras que el 50% de las personas con menor riqueza apenas acumuló el 10% de los ingresos[1]. Esto se reafirma con datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), que indican que desde el 2010 la desigualdad medida por el coeficiente de Gini[2] no ha logrado reducirse, oscilando entre el valor más bajo que se logró alcanzar en 2010 (0.507) hasta el más alto registrado para 2021 (0.524)[3].

El dilema entonces es, cómo nos desarrollamos sosteniblemente en un mundo contaminado, sumamente desigual, que continúa con costumbres de producción y generación de energía basadas en un alto consumo de combustibles fósiles y en un planeta que no tiene capacidad de ofrecer todos los servicios ecosistémicos globales que demandamos.

Adicionalmente, parece que los fuertes y serios esfuerzos internacionales por corregir nuestro rumbo que han dado lugar a los acuerdos que llevaron a suscribir agendas internacionales como los objetivos del milenio (2000), las metas de Aichi en biodiversidad (2010), la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible (2015), el Acuerdo de París (2016) y la COP 26 en Glasgow, no han tenido el peso suficiente o no han sido tomados tan en serio como es debido, con el fin de cambiar nuestro rumbo y que para el 2030 hayamos “cambiado la forma de hacer las cosas”, como establece la ONU.

No es posible analizar en todo detalle la falla en cumplimiento de cada uno de los acuerdos antes mencionados y de sus objetivos, metas o indicadores, pero tomo dos altamente relevantes para la sobrevivencia de la raza humana: biodiversidad y cambio climático.

Según informes del Índice de Planeta Vivo hemos perdido 68 % de la biodiversidad global en los último 50 años.

**Tal como lo establece la Organización Mundial de la Salud:**

“...la pérdida de biodiversidad puede tener impactos directos significativos en la salud humana si los servicios de los ecosistemas ya no son adecuados para satisfacer las necesidades sociales. Indirectamente, los cambios en los servicios de los ecosistemas afectan los medios de vida, los ingresos, la migración local y, en ocasiones, incluso pueden causar o exacerbar conflictos políticos[2]”.

La WWF (Fondo Mundial de la Naturaleza) indica que solo podremos seguir aprovechando el capital natural y recibir sus servicios ecosistémicos, de una naturaleza sana, estable, diversa y resiliente Algunos bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas incluyen[1]:

1. Suministro de alimentos, combustible y fibra.
2. Suministro de refugio y materiales de construcción.
3. Purificación del aire y el agua.
4. Desintoxicación y descomposición de los desechos.
5. Estabilización y moderación del clima de la Tierra.
6. Moderación de las inundaciones, sequías, temperaturas extremas y las fuerzas del viento.
7. Generación y renovación de la fertilidad del suelo, incluido el ciclo de nutrientes.
8. Polinización de plantas, incluidos muchos cultivos.
9. Control de plagas y enfermedades.
10. Mantenimiento de los recursos genéticos como insumos clave para las variedades de cultivos y el ganado, razas, medicamentos y otros productos.
11. Beneficios culturales y estéticos.
12. Capacidad de adaptación al cambio

¡Creo que no se requiere ser un científico o un especialista en biodiversidad para entender que, sin esa docena de servicios, o sin algunos de ellos, o con algunos disminuidos, la vida en la tierra para los humanos se vuelve imposible!

En el tema de cambio climático, el Acuerdo de París establece que el aumento de temperatura media global no debe exceder los 2 oC e idealmente no pasar de 1.5 oC. Científicos como Johan Roström, ya antes citado, indican que 2 0C es el punto de inflexión global que puede exacerbar aceleradamente los problemas que han sido analizado en páginas anteriores.

No pasar de 1.5 °C de aumento en la temperatura implica reducir las emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero) a cero de aquí a 2050, según ha reiterado el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático)[1]. Para lograrlo, deberíamos notar una disminución de los GEI anual y especialmente desde que se firmó el Acuerdo de París, que dejó marcada la hoja de ruta para lograr esa meta.

Veamos los datos del promedio mundial de emisiones recientes de GEI, expresados en ppm (partes por millón en la atmósfera):

1. 1990: 350 ppm
2. 2016: 404.4 ppm. Acuerdo París
3. 2018: 407,8 ppm
4. 2019: 413.8 ppm
5. 2021: 421.21 ppm

Aún con el apagón temporal de la economía producto del COVID-19, vemos que antes de estar cumpliendo el acuerdo de París, cada año aumenta la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Estos son posibles escenarios a futuro, de acuerdo con las decisiones que tomemos y las condiciones que prevalezcan en el mundo[2]:

1. Sin políticas climáticas. Si no se implementaron políticas climáticas; esto daría lugar a un calentamiento estimado de 4,1 a 4,8 °C para 2100 (en relación con las temperaturas preindustriales).
2. Políticas climáticas actuales: calentamiento proyectado de 2.8 a 3.2 °C para 2100 basado en las políticas climáticas implementadas actualmente.
3. Compromisos nacionales: si todos los países alcanzan sus objetivos / promesas actuales establecidos en el acuerdo climático de París, se estima que el calentamiento promedio para 2100 será de 2.5 a 2.8 ° C. Esto irá mucho más allá del objetivo general del Acuerdo de París de mantener el calentamiento "muy por debajo de 2 ° C".
4. 2 °C consistente: hay una gama de vías de emisión que serían compatibles con la limitación del calentamiento promedio a 2 ° C para 2100. Esto requeriría un aumento significativo en la ambición de las promesas actuales dentro del Acuerdo de París.
5. 1.5 °C consistente: hay diversas vías de emisión que serían compatibles con la limitación del calentamiento promedio a 1.5 °C para 2100. Sin embargo, todo requeriría una reducción muy urgente y rápida de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

Esto indica que, sin un esfuerzo monumental y global, donde todos los países realmente se pongan la meta, y la cumplan, de cero emisiones, estaríamos ante un panorama de 2 a 4.8 grados centígrados de aumento de temperatura para fin de siglo. Un aumento de temperatura de esta naturaleza, ligado al incremento constante en producción de GEI, especialmente CO<sub>2</sub>, como antes se mostró, genera un círculo vicioso que lleva a un incremento constante de la temperatura media global del planeta. Para dimensionar esto correctamente, la última vez que tuvimos esta cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera fue entre 3 y 5 millones de años atrás y los océanos estaban de 20 metros más altos que hoy día[1]; ese podría ser nuestro destino.

Los efectos de estos cambios incluyen, aumento de tormentas tropicales, tornados, huracanes, precipitación, inundaciones, sequías, incendios (como los acontecidos en California y Australia de magnitudes descomunales y nunca vistos), así como pérdidas significativas en la productividad de algunos de los granos más importantes para alimentar la creciente población de la Tierra hacia 2100. Solo en Centroamérica se estiman pérdidas de 35% en maíz, 43% en frijoles y 50% en arroz[2]. El dilema es que tendremos una mayor población mundial en un planeta con capacidades reducidas para brindar los servicios que requerimos, con una biodiversidad cada vez menor y un clima que puede tornar muchas zonas del mismo en no aptas para la vida humana; es en ese escenario es que debemos buscar la sostenibilidad.

En cuanto a la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, esta fue acordada en 2015 en condiciones pre-COVID-19 y muchos de los logros y avances en el cumplimiento de los 17 objetivos de desarrollo sostenible de esa agenda se han revertido o desacelerado producto de los serios impactos sanitarios y económicos que la pandemia causó. Se estima que, en 2020, de 119 a 124 millones de personas entraron en pobreza extrema por efecto del COVID -19[3]. Si bien los objetivos de desarrollo sostenible establecidos siguen siendo válidos, como agenda holística e inclusiva, es seguro que las metas e indicadores deberían revisarse y ajustarse por efecto de la pandemia.

En 2022 estamos en una dura lucha por recuperarnos del fuerte golpe producto de la pandemia y por reactivar la economía. Y justo cuando estamos enfocados en crear empleabilidad, emprendimientos, innovación y tratar de reorientar la economía hacia modelos más descarbonizados, que nos acerquen a cumplir el Acuerdo de París, Rusia invade Ucrania.

El panorama geopolítico del mundo cambia de un día a otro y esto sin duda tendrá efectos negativos sobre nuestra travesía hacia la sostenibilidad. En primer lugar, es poco probable que un país como Rusia, con recursos abundantes de petróleo, gas natural y carbón, vaya a dedicar esfuerzos en la búsqueda de energías renovables ante un estado de guerra y de aislamiento de occidente. Tampoco es probable que tenga entre sus prioridades actuales reducir su huella de carbono, por el contrario, es posible que la aumente sustancialmente por el uso de maquinaria militar y por el posible aumento de la actividad industrial ante una economía de guerra. Rusia es el cuarto país con mayor huella de carbono en el mundo, después de China, Estados Unidos e India; es muy probable que esa huella aumente.

El aislamiento que le impusieron a Rusia y el que ella misma busca para dejar la dependencia, especialmente de Estados Unidos, incluso pensando en su propio internet desconectado del resto del mundo, nos aleja cada vez más de lo que la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible busca, en especial en el cumplimiento del Objetivo 17: Alianzas para lograr los objetivos.

La Unión Europea por su parte busca la independencia energética de Rusia y de alguna forma también ser autosuficiente. Las señales no son muy buenas en términos de un planeta unido que transite hacia la sostenibilidad.

La otra cara de la moneda es que, al buscar la independencia energética, producto de esa guerra, se ha acelerado la inversión en desarrollo de energías renovables, lo cual incide directamente sobre la reducción de los GEI; buena noticia, pero ese no era el camino para lograrlo.

Lo descrito en las páginas anteriores es la realidad del mundo tal y como está al 2022. En muchos casos es una realidad que impone una seria amenaza sobre nuestro modo de vida y sobre los recursos que requerimos para subsistir. Son datos científicos recopilados de publicaciones, informes o noticias y por lo tanto no son la opinión del autor, si no, más bien un reflejo real de donde estamos. Sin embargo, no buscan presentar un panorama desolador donde se asuma que ya no hay nada que hacer.

Nos muestran una realidad muy cruda que no todos conocen, de hecho, debe ser un porcentaje bajo de toda la humanidad la que realmente está consciente de esa realidad, y esa puede ser la razón por la que no vemos cambios sustanciales en la forma de hacer las cosas que solicita la ONU. Es por eso que la he presentado aquí, como contribución del Centro de Investigación en Sostenibilidad de la Universidad FUNDEPOS, para que quede como referente en este tema tan importante para la humanidad.

En contraste, hay buenas noticias que podrían cambiar el panorama mundial de emisión de GEI en las próximas décadas. China, el mayor emisor de GEI a nivel mundial, puso en funcionamiento la segunda mayor hidroeléctrica del mundo después de la central de Las Tres Gargantas, esta es la central hidroeléctrica de Baihetan, que inició actividades en 2021[1].

Adicionalmente construyó la llamada "Gran Muralla China del Sol": la planta solar más grande del mundo que cubre más de 1.200 km<sup>2</sup> y está ubicada en el desierto de Tengger. Según esta información, sólo en 2018, China instaló la potencia equivalente a 10 centrales nucleares en energía solar y la según la Agencia Internacional de la Energía, para 2040 la mitad de la producción energética de China será con fuentes renovables[2]. Si bien es cierto que China aún mantiene y construye centrales eléctricas a base de carbón, las inversiones antes citadas reducirán su dependencia de este y así la generación de más GEI. Es además el país que más energía fotovoltaica produce a nivel mundial.

Por su parte la UE acordó un presupuesto a largo plazo de 1 074 300 millones de euros para 2021-2027. Entre otros, el presupuesto apoyará la inversión en las transiciones digital y verde y la resiliencia. Además,

“...la UE es líder mundial en la integración de altas cuotas de energías renovables, de la solar a la eólica, tiene una infraestructura energética bien desarrollada, mercados competitivos y es una de las pocas regiones donde el consumo de energía está disminuyendo, una señal de mayor eficiencia energética[2]. Sin duda la UE es un ejemplo mundial de una región comprometida con el impulso de acciones transformativas hacia una economía reverdecida.

En los Estados Unidos de Norteamérica la Ley de Inversión y Empleos en Infraestructura (“Jobs Act”), de \$ 1.2 billones, promulgada el 15 de noviembre de 2021, podría beneficiar a compañías de energía alternativa, ya que autoriza el gasto en muchas iniciativas de energía limpia[3].

Por ejemplo, se destinan \$ 65 mil millones para actualizar las líneas eléctricas, evitar la piratería de la red eléctrica y proporcionar energía limpia. Asimismo, \$7.5 mil millones para una red nacional de estaciones de carga de vehículos eléctricos y \$ 5 mil millones para autobuses escolares eléctricos, principalmente en comunidades de bajos ingresos, rurales y tribales. Sin lugar a duda muy buenas noticias para la economía con la segunda mayor huella de carbono del mundo.

Finalmente, tenemos el ejemplo de Costa Rica, con el Plan Nacional de Descarbonización 2021- 2050, que pretende llevarnos a una circunstancia de cero emisiones de CO<sub>2</sub> para ese año. Ya de por si tenemos una matriz eléctrica limpia, dado que a 2021, la hidroelectricidad aportó 74,12 %; la geotermia 12,97 %, la eólica 12,33%, biomasa y solar 0,56 %, y el respaldo térmico con combustibles 0,02 %[4].

En términos comparativos globales de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, Costa Rica contribuye con el 0.02%, lo cual es solo una aproximación con base en datos existente para 2020, pero deja claro que nuestro aporte global es muy bajo[5]. Llegar a cero emisiones en Costa Rica no es determinante para cumplir las metas del Acuerdo de París, pero es un excelente ejemplo a nivel mundial de un país que sigue comprometido con la conservación de la naturaleza, la protección de la biodiversidad, la sostenibilidad y que realiza grandes esfuerzos por avanzar hacia una economía descarbonizada, que garantice estabilidad a las futuras generaciones un ambiente más sano, con la consecuente reducción de enfermedades respiratorias por contaminación del aire, como el asma, la bronquitis y la hipertensión pulmonar.

Finalmente, la imagen que estamos enviando al mundo representa un fuerte respaldo para continuar con la atracción de un turismo comprometido con la naturaleza, en un país de paz, que además abrió las puertas hacia los nómadas digitales, un sector que demanda las condiciones de Costa Rica puede ofrecer. No en vano el Foro Económico Mundial indica que Costa Rica le está enseñando al mundo como llevar a cabo el ecoturismo; somos un referente global..

Nuestra matriz eléctrica sostenible, acompañada de una economía descarbonizada, será un fuerte imán para empresas comprometidas con el ambiente, que quieren producir desde un país limpio, dando así una fuerte imagen positiva hacia sus clientes, en un mundo cada vez más globalizado que demanda trazabilidad en los bienes y servicios que adquiere.



**LÍDERES EN  
INNOVACIÓN**