

# LA TECNOLOGIA y el medio ambiente

ALEJANDRO OSPINA TORRES  
Profesor Asociado Universidad Nacional

Ponencia presentada por el autor, dentro del "Seminario Andino sobre Universidad y Medio Ambiente", celebrado en Bogotá, D.E., entre el 23 y el 25 de abril de 1990.

---

## CONSIDERACIONES Y PLANTEAMIENTOS GENERALES

---

**L**a transformación del globo terráqueo, conforme a las leyes de la naturaleza, lo lleva al estado en el que hoy se encuentra.

Dentro de esta transformación se encuentra un hito maravilloso y sobrecogedor: la aparición de la vida. Una vez aparecida ésta, la transformación mencionada se habrá de contemplar referida, necesariamente por la importancia que para nosotros representa, a la evolución de las especies vivas y dentro de ella contemplamos asombrados la aparición de la especie inteligente, de la especie humana.

A diferencia de los demás seres vivos, que logran su objetivo (supervivencia y perdurabilidad) apropiándose de los frutos y facilidades que le brinda la naturaleza, el hombre actúa premeditadamente para transformarla, procurando someterla y ponerla a su servicio.

Inteligentemente actúa buscando no sólo la supervivencia y la perdurabilidad, sino que, además, procura su comodidad y su bienestar de vida.

Es en esta búsqueda dentro de la que se puede enmarcar el desarrollo de las técnicas, la ciencia y la tecnología.

En la última parte de la historia de la humanidad se aprecia la íntima ligazón del logro progresivo de condiciones para su bienestar, con el desarrollo de técnicas que al confluir con el desarrollo de los conoci-

tos de los principios básicos que explican, interpretan y modelan el comportamiento de la naturaleza, potencian y aceleran los desarrollos de nuevas técnicas, logrando y propiciando la elaboración y utilización masiva de bienes y servicios, con altas eficiencias y tasas de producción, para desembocar en tecnologías que jalonan, caracterizan y dominan el desarrollo moderno del mundo.

Son la ciencia y la tecnología que confluyen en la atención de las demandas de la humanidad.

Al observar, tratando de identificar los rasgos predominantes en el cuadro del desarrollo productivo mencionado, se encuentra: una capacidad cada vez mayor para transformar los materiales, de movilizar cargas y de generar trabajo o formas de energía fácilmente transportables y convertibles en trabajo (bien sea para su uso directo o para su utilización como fuente y soporte de las transformaciones y movilizaciones ya mencionadas).

Pero el conocimiento de la naturaleza no ha sido pleno, ha sido incompleto y, en parte como consecuencia de ello, el objetivo de perdurabilidad de la especie, y concomitantemente el de muchas otras, se encuentra amenazado.

---

## POSTULADOS FISICOS BASICOS

---

La anterior situación está determinada por una serie de sucesos acaecidos en un determinado medio, en razón de la lógica y modo de operación y desenvolvimiento interno de ese medio.

Se presentará a continuación una serie de postulados, unos de conocimiento y uso corrientes de tiempo atrás, otros también conocidos pero menos frecuentemente traídos a cuento, en una relación interesada, pues de su consideración se pretende sacar algunos comentarios a guisa de conclusiones.

El desarrollo de la sociedad y el de la naturaleza no se escenifican en esferas diferentes e independientes. La realidad es íntimamente interactuante y recíprocamente influyente. Todo depende de todo y viceversa. El hombre y sus sociedades forman parte integrante de la naturaleza y su escenario de acción es el mismo: el globo terráqueo.

Todo lo que se hace tiene sus efectos sobre el entorno. Sus costos pueden aparecer más tarde o más temprano, pero, seguro, aparecerán. Nada es gratis.

Es posible servirse de la naturaleza, pero el hombre no podrá someterla. La naturaleza somete al hombre, por lo menos lo somete a que juegue dentro de las leyes de ella. Lo que se puede proponer es el conocimiento de las mismas para su aplicación adecuada y concordante. El hombre no impone las reglas, las reglas las impone la naturaleza. El hombre es muy sabio y astuto pero la naturaleza lo es aún más; ella sabe y hace las cosas mejor que cualquiera.

No sobra recordar otros tres postulados básicos de la física, los cuales forman parte constitutiva de las reglas de juego dadas por la naturaleza y que aparentemente no apuntan en forma directa a la consideración de los problemas medio ambientales, pero que son leyes que permiten una consideración más comprensible de los fenómenos naturales.

La materia no se puede crear ni destruir (aunque sí se puede transformar). Las cosas, los materiales, pueden tomar algún camino y perderse de vista, pero eso no significa que desaparezcan; en algún otro sitio estarán, aunque no sepamos donde y desconozcamos qué apariencia hayan adquirido. No se puede esperar la obtención de energía de la nada; cualquier forma de energía proviene de alguna otra forma de la misma.

Dentro de las clases de energía, el trabajo (la energía de movimiento macroscópico) es difícil de obtener. Convertir calor en trabajo es difícil, complejo y costoso (en términos de los medios, los consumos, los desechos y los efectos residuales). La conversión del trabajo en calor es sencilla, tiende a ocurrir en forma espontánea y el permitir que esto suceda tiene los mismos efectos que el vertimiento que sucede en los intentos de conseguir la transformación contraria. Todo esto tiene que ver con los efectos de las espontaneidades o irreversibilidades que cotidianamente se encuentran en los procesos de transformación y de cambio, bien sean ellos naturalmente provocados o sean humanamente inducidos. La materia está en permanente movimiento y transformación (a veces en forma más veloz, otra en forma más lenta); este movimiento aparece en virtud de la existencia de fuerzas impulsoras y el valor de éstas, la mayoría, la casi totalidad, prácticamente la totalidad de las veces, es significativamente mayor que cero, o sea que es finito;

en cuanto estas fuerzas impulsoras adquieren valores finitos, los procesos provocados son irreversibles, con mayor irreversibilidad cuanto mayor sea el valor de la fuerza impulsora.

La aparición de estas irreversibilidades significa creación de entropía, o sea, aumento del desorden del cosmos y un paso más en la aproximación aparentemente ineluctable hacia la muerte térmica, hacia la cesación de todo movimiento, hacia la ausencia de todo tipo de cambio o proceso, o sea, hacia la desaparición de la vida<sup>1</sup>. Un corolario de lo anterior es que todo proceso o todo movimiento genera desechos;<sup>2</sup> por lo menos genera entropía. Por lo anterior, se puede afirmar que el logro de una emisión cero, en cualquier proceso de transformación, es una falacia.

---

## COMENTARIOS FINALES

---

No es la tecnología la causante, por sí misma, de los problemas medio ambientales que hoy se identifican como apremiantes.

La tecnología, por la forma como hasta el momento se ha utilizado, ha actuado, en muchos casos, como acentuadora o aceleradora de los procesos de transformación de materiales y energía, con aumento de la generación de desechos materiales o energéticos que modifican las condiciones del medio, frecuentemente con efectos negativos sobre las condiciones preexistentes o sobre el potencial de utilización de ese medio para la atención de requerimientos humanos.

Los efectos negativos provenientes de los desarrollos tecnológicos modernos estriban en la despreocupación o el desconocimiento de estos efectos nocivos, en una actitud que en el pasado se consideraba aceptable en razón de la suposición de una capacidad infinita de la naturaleza para amortiguar, mitigar y, en definitiva, compensar, readaptándose y reacomodándose, para llegar a una situación deseable o aceptable a la mencionada como preexistente.

Es esa ignorancia, esa despreocupación y ese desentendimiento lo que no se puede continuar aceptando y es hacia el cambio de esa situación a donde se han de dirigir los máximos esfuerzos.

---

1. La validez de la consideración expuesta se fundamenta en la validez de la segunda ley de la termodinámica. Esta ley de la física se ha derivado de la observación del comportamiento de la naturaleza en lo apreciable desde la Tierra. La duda se fundamenta en la posibilidad de la existencia de fenómenos aún no reconocidos en los que tal ley no tuviera validez.

2. La excepción sería para los casos de los procesos completamente reversibles, o sea, aquellos que ocurren en virtud de una fuerza impulsora infinitamente pequeña, lo que de por sí acarrearía una velocidad infinitamente pequeña o de un tiempo necesario infinitamente prolongado.

No es en contra de la tecnología o de la ciencia, como supuestos causantes de los problemas medio ambientales percibidos modernamente, como debemos actuar.

Se debe incentivar, acentuar y acelerar la investigación alrededor de las interrelaciones naturales. Ello es necesario para la consideración de los efectos que pudieren causar los proyectos de generación de bienes o servicios. Tales evaluaciones habrán de adquirir el carácter de obligatorias en la elaboración de cualquier proyecto de tal tipo.

Se debe incentivar, acentuar y acelerar la creación de técnicas que permitan el máximo control a los efectos adversos evaluados según la recomendación anterior. La presentación de estas medidas de control deberán adjuntarse, también obligatoriamente, a cualquiera de los proyectos considerados. Si tal proyecto se llevare a la práctica, la ejecución de las medidas de control sería imperativa.

En síntesis de los comentarios hasta ahora expuestos, se deberá buscar en la ciencia y en la tecnología las herramientas necesarias para la minimización de los efectos adversos que a la naturaleza pudieran causar las acciones del hombre o los fenómenos derivados de factores ajenos a su control o voluntad.

Cualquier pretensión de limitar la producción de desechos debe atender situaciones muy complejas y la pose simplista de establecer prohibiciones absolutas debe calificarse de absurda por la imposibilidad de atenderla.

Sólo se podrá enfrentar el proceso de deterioro ambiental oteando la complejidad del cosmos, ubicando al planeta tierra dentro de este contexto y buscando internamente el reencuentro armónico con la naturaleza. Aún aceptando el continuo desordenamiento del universo, se puede partir de la consideración de la interrelación tierra-sistema solar para recobrar el optimismo respecto a nuestro planeta. En efecto, contamos con una fuente energética calificable de inagotable, al medirla en términos de nuestros tiempos de vida, cual es el sol. Tal vez partiendo de allí pudiéramos visualizar los trucos a utilizar para la recuperación ambiental de la tierra. De hecho, las cantidades de calor radiante que nos llegan provenientes de la estrella solar permiten operar recuperando la degradación energética inherente a multitud de procesos terráqueos.

A partir de esta consideración general se habrá de pasar al análisis y escudriñamiento de nuestros fenó-

menos internos, lo cual no es sencillo; es extremadamente complejo.

Tan compleja es la situación que se enfrenta, que se requiere de los máximos esfuerzos; de intensidad similar a los desplegados para la consecución del estado de desarrollo tecnológico que hoy se contempla.

Se tratará de la nueva confluencia de la ciencia y la tecnología en la atención de las demandas de la humanidad, las cuales ya no se enfocan en términos de comodidad sino en términos de supervivencia.

Para evaluar las posibilidades de lograrlo, la preocupación no se debe concentrar en las capacidades de desarrollo de mecanismos y métodos para alcanzarlo, esto es, en las posibilidades del desarrollo de ciencia y técnicas para este fin. El hombre ha demostrado su capacidad de realización en este frente. Se debe, pues, concentrar la atención en la raíz de los males, la cual cada día se ve con mayor claridad: en el desentendimiento y la despreocupación de quienes se ubican en los centros de decisión, pues el grado de comprensión del conjunto de sucesos que hoy preocupan, hace inutilizable la disculpa del desconocimiento de los efectos nocivos del desarrollo a contrapelo hasta hoy logrado.

Y si bien se puede confiar en nuestra capacidad creativa para abordar la solución técnica de tan complejos problemas, no se puede confiar en la propensión a las decisiones sensatas de quienes las toman, en cuanto que, a diferencia de los esfuerzos pasados, estos no podrán colmar en el corto plazo el afán de ventajas y de ganancias de quienes gozan de dichas ventajas y tales ganancias.

Dentro del escenario de la vida, y al apreciar en lontananza la aparición de la degradación ambiental irreversible, se ha pretendido identificar a la ciencia y a la tecnología como protagonistas de los papeles malos; pero tal calificativo cabe a los grupos de hombres que, en forma egoísta, las han venido colocando a su exclusivo servicio, con desatención y en detrimento de la armonía con la naturaleza y a costa del existir menesteroso y poco cómodo del resto del conglomerado.

A quienes se han beneficiado de este modo de transcurrir las cosas les corresponde, en justicia, aportar para modificarlo.

La sentencia de extinción y de muerte, si esta modificación no se lograre, dictaminado a la luz de las leyes de la naturaleza, también los incluye a ellos; tienen la palabra.

