



JESÚS ALEXIS RODRÍGUEZ OVANDO

RECURSOS HUMANOS

ENSAYO

FERNANDO LOPEZ SANTIZ

1. Introducción a la Ciencia y la Tecnología

Las condiciones naturales del planeta son el medio ambiente, con sus distintos elementos (fauna, flora, agua, etc.). Las actividades humanas generan su propio ambiente: ecosistemas artificiales como la ciudad o las instalaciones industriales y rurales. El medio ambiente se modifica por las acciones humanas sobre el mismo. No solo son la bacteriología, la toxicología o la ecología las responsables de esos problemas, sino también la ingeniería y la ciencia y tecnología en general. He aquí esencialmente el problema de la relación ciencia-ambiente. La técnica y la tecnología son conceptos vinculados a la ciencia; ellos se fundamentan en conocimientos científicos y, a su vez, generan nuevas problemáticas para la ciencia misma.

Desde la Revolución Industrial, el progreso tecnológico ha sido muy rápido, causando impactos ambientales de trascendencia negativa para la vida, la economía y la calidad de vida. Para mitigarlos, no hay duda de que la ciencia y la tecnología de avanzada han sido fundamentales, pero a su vez hay que considerar si no son responsables de originar los problemas que se proponen resolver, especialmente en lo que hace a la intervención de los organismos genéticamente modificados. En general, es claro que la relación ciencia-tecnología-medio ambiente es bidireccional, pero con particularidades. Las aplicaciones de la ciencia, a muy raras excepciones, ejercieron impactos negativos sobre el ambiente. Sin embargo, al generalizarse el conocimiento, la aparición de una tecnología derivada de lo que era aplicable a un caso concreto, pero que, sin embargo, puede replicarse o generalizarse, pasó a ser fuente de impactos ambientales, unas veces avizorados, otras no.

1.1. Definición y Alcance de la Ciencia

La ciencia es una actividad social que da como resultado un conjunto de conocimientos acerca del mundo, obtenidos mediante una metodología precisa, que puede ser reproducida por cualquier individuo, en cualquier lugar y en cualquier época. Cada ciencia particular puede ser identificada por: el objeto de su estudio, el nombre del planeta, lugar o cuerpo que específicamente investiga por medio de la observación o experimentación; y por el uso de un determinado método de trabajo, es decir, de un procedimiento formal y lógico que establece vínculos entre las preguntas y las respuestas, actuando como hilo conductor de la indagación. La adopción de un método de trabajo común hace que la pluralidad de ciencias que existen en la actualidad tenga, sin embargo, una serie de características en común. Por estar basada en la duda metodológica, como resultado de sus hallazgos, cada ciencia tiene un grado de certeza que nada tiene que ver con el orden espiritual o supersticioso, ya que se basa en la experiencia; más allá de las diferencias individuales que cada científico tiene, este no tiene otra opción que aceptar la evolución.

En definitiva, puede decirse que, desde el punto de vista conceptual, la ciencia se diferencia de la ideología, la religión o la sabiduría popular, en que sus enunciados o teorías científicas se encuentran siempre abiertas a la refutación, entendiéndose por tal la

posibilidad de haber al menos un hecho observacional que pueda inducir a su falsación; es decir, al rechazo de las teorías como explicaciones plausibles. De ahí que se crea en la duda metódica y adopte un método de trabajo técnico y testable. Ello no quiere decir que cada hecho observacional genere la modificación o el rechazo de una teoría. Por el contrario, la lógica del trabajo científico indica que, una vez confirmadas, las teorías permanecen aceptadas como explicaciones plausibles hasta que aparezcan nuevos hechos observacionales que las refuten, siendo su fuerza explicativa superior ante cualquier hecho. Las leyes científicas se basan siempre en observaciones de hechos experimentales o de la naturaleza que son replicables por cualquier observador.

1.2. Definición y Alcance de la Tecnología

En foros de científicos y técnicos latinoamericanos sobre el tema, uno de los puntos de discusión más frecuentes, en que generalmente no nos ponemos de acuerdo, formalmente, es el de "qué es tecnología", y, en base a qué alcances o criterios limitativos o delimitativos se caracteriza una determinada técnica como "tecnología". Cuántas veces la palabra "tecnología", por mucho que esté usada, y a pesar de que se suelen presentar paradójicamente "definiciones" de ella, nos resulta oscura y desaprehensible al tratar de operar con ella. En efecto, nosotros escribimos mucho y hablamos más sobre "tecnología", incluso llegamos a convocar asambleas y coloquios populares o técnicos con ese tópico: con "la" tecnología. Pero a la hora de tomar decisiones serias sobre el tema, como podría ser: si una determinada máquina agrícola, o un tipo de commodity de fertilizante es aceptable en una determinada región; si una planta, animal o microorganismo, o la transferencia de ellos, podrá ser útil o perjudicial; si el uso de un medicamento, alimento, material espacial, técnica de obtención de biocombustible o de tratamiento de acción es soportable en la región; en general, como fuente de problemas, nos encontramos con informaciones fragmentadas, abstractas e incluso contradictorias acerca de las características, comportamientos y efectos de la técnica, o de los elementos que la componen, que ponen así en difícil situación a quienes han de tomar las decisiones operacionales. Los dirigentes de los órganos más pequeños, que por lo general no cuentan con asesores o decisores de nivel técnico, tienen sobre este concepto una información, si cabe, muy inferior a la que de él tienen al menos los responsables del nivel más jerárquico más alto. Vivimos en una sociedad que se denomina y denomina a los países, en vías de desarrollo, "de la información", "del conocimiento", o "del saber".

2. Importancia del Ambiente y la Biodiversidad

El manejo ambiental está orientado por la fuerte dependencia que tiene la sociedad con el medio físico, con la biodiversidad y con los recursos biológicos. Hay una importancia directa de los bienes y servicios que brinda al hombre el ambiente en general y la biodiversidad en particular, anclada, por ejemplo, en la utilización de los recursos y en el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que influyen y regulan el funcionamiento del sistema. De todas maneras, nos afecta también por sentirnos integrantes y depender de este continuo y cambiante medio que nos rodea. Las diferentes disciplinas científicas consideran este medio como un sistema, y en él, desde un enfoque más general, se incluye al conjunto de seres vivos presentes y sus ambientes como la biodiversidad.

La biodiversidad tiene una importancia económica para el hombre, al presentarse como: fuente y alimento, fuente y origen de drogas y medicamentos, fuente de genotipos para el mejoramiento de los cultivos, capaz de proporcionar plantas ornamentales, especies para la biología experimental y otros productos para la industria química. Por otra parte, la biodiversidad brinda importantes prestaciones ecosistémicas como, por ejemplo, la diversidad de especies: influye significativamente en la estabilidad de los agroecosistemas al limitar la densidad de plagas y enfermedades. En sistemas de rotación, intercalados o con cobertura vegetal, las enfermedades y plagas tienden a ser más severamente controladas por enemigos naturales que en cultivos en continuo monoteísmo, sistemas frecuentes de agroecosistemas simplificados.

2.1. Ecosistemas y su Importancia

Los expertos en conservación suponen que el número medio de especies, S , no sería muy alto. Pero esta visión de la vida choca de forma insoslayable contra la enorme variedad de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Por otro lado, de la notable variabilidad física del medio surgen unidades de espacio: tierras de cultivo, praderas naturales, sistemas acuáticos perturbados o sometidos a explotación intensiva, que presentan pocas o nulas variaciones dentro de cada unidad, pero que se proliferan por la acción humana. Así, la apariencia de que hay pocos conjuntos ecológicos en cada uno de los cuales las comunidades exhiben una alta riqueza de especies desaparece, mostrando además que la propensión para resistir la invasión de nuevos elementos y la capacidad de restablecerse tras un disturbio pudieron ser características genéticas suficientemente diferenciadas dentro de cada unidad histórica y que, al ser quebrada la homogeneidad de tales elementos, pequeñas lagunas, por ejemplo, por la acción humana, diferirían también las características bióticas de unos sitios concretos a otros.

Los ecosistemas juegan un papel vital en el mantenimiento del territorio, controlan la geodinámica terrestre, son modelo y escenario de la biogeocenosis y son valiosos elementos para la conservación de sus componentes. Por tanto, no se les debe dar una concepción subordinada, asistencial, ni visualizar su papel en función de cierto modelo

simplista de la dinámica poblacional. Cada ecosistema funciona coherentemente en un doble sentido: individual y como parte del sistema mundial. Por otra parte, estas importantes unidades no son conceptos artificiales; sirven a la vez para la descripción y clasificación de la Tierra en base a las características del medio y el paisaje, y como base de ordenación y regulación de los espacios naturales dedicados, en la democracia, solo a la conservación de sus valores.

2.2. Biodiversidad y su Valor

La ciencia cuantifica la biodiversidad, expresando su magnitud en términos de genes, especies y ecosistemas. Se calcula que la riqueza de especies de organismos actuales debe oscilar entre 1.75 y 2.70 millones de especies, aunque apenas hemos clasificado unas 1.5 millones de ellas. Por lo que respecta a los ecosistemas, se calcula que existen en el planeta cerca de 100,000 y que, en diez o veinte años, se podrían perder buena parte de ellos. La intervención científica y tecnológica en la biodiversidad adquiere la misma importancia que en otros aspectos del medio ambiente. Además, la biodiversidad no se valora por sí misma, sino que tiene un valor directo, un valor indirecto y un valor intrínseco. Las distintas disciplinas científicas aportan información muy valiosa; no obstante, los fundamentos éticos subyacentes a lo que se considera un valor del mundo natural diferencian el valor que se otorga a la biodiversidad biológica del que se atribuye a otras categorías de seres, como las culturales o las estéticas, y estos fundamentos deben ser aportados por los estudios que se dedican a la filosofía y a la ética.

La diversidad de opiniones no puede llevar a la conclusión de que el valor de la biodiversidad es simplemente subjetivo o que carece de valor. Del estudio del concepto de valor se deriva una conclusión muy importante para evaluar el valor de la biodiversidad y adoptar los fundamentos éticos que sustenten la conservación y el desarrollo sostenible: un valor del todo es algo intrínseco a ese todo y es el significado que tiene para un ser que posee la suficiente organización el posible cumplimiento de sus fines. Por lo tanto, un valor intrínseco es la relación del todo, considerado como fin en sí mismo y no como medio para otros fines, con otro ser que lo valora, considera o prefiere como un fin en sí mismo. Los datos empíricos sobre estos dos extremos del continuo de opiniones acerca del valor de la biodiversidad son escasos, pero orientados en la dirección del valor de la biodiversidad.

3. Avances Tecnológicos y su Impacto Ambiental

En general, los grupos más avanzados eluden las peores formas de afectación al ambiente y procuran enfocar sus estrategias de desarrollo a la conquista de mercados de alta rentabilidad, basados siempre en fuertes inversiones. Sin embargo, la simple opción entre utilizar tecnologías limpias o contaminantes, según el esquema tradicional de ciencia versus naturaleza, no agota el problema ambiental. Las nuevas formas de capitalismo y los cambios en los sistemas productivos, que algunas veces revisten comportamientos no tradicionales de los mercados, no parecen generar per se una adecuada compatibilidad ni coherencia entre los sistemas productivos y los ecosistemas en que estos se asientan, que es al fin de cuentas el objetivo central de la necesaria incorporación de los factores ecológicos al balance de las empresas.

Es imprescindible comenzar por realizar una conceptualización general de lo que se entiende por avance tecnológico y cuáles son sus características intrínsecas. Es claro que desde los albores mismos de la humanidad, el ser humano ha generado diferentes innovaciones y formas de intervenir su entorno natural y, sin duda, la posibilidad misma de diferenciarse del resto de las especies biológicas parte de su capacidad para desarrollar sus capacidades cognitivas y físicas. Sea cual sea el concepto de tecnología adoptado, ha quedado claro que la misma ha venido incrementando la capacidad del ser humano para explotar y transformar el mundo natural en el que vive. Sin embargo, durante buena parte de su existencia, el impacto que la tecnología podía llegar a tener sobre los sistemas ecológicos en los que se encontraba inmerso no fue percibido claramente por la sociedad, no fue anticipado por las personas y además fue escasamente significativo.

3.1. Tecnologías Sostenibles

Tradicionalmente, se consideraba la tecnología como científica únicamente cuando se trataba de innovaciones cuyo sustento estaba dado por el desarrollo del conocimiento científico. Por el contrario, las tecnologías provenientes del saber empírico no eran consideradas científicas, y su estudio correspondía a otras áreas del conocimiento. También se las considera técnicas cuando no existen elementos acerca de su empleo eficiente. En la actualidad, la voluntad de dar primacía a un modelo de desarrollo que interactúe armónicamente con un ambiente natural en equilibrio, así como también con los modos de vida de determinados segmentos de la población, ha dado lugar a que se reconozcan otras concepciones de ciencia más afines a la realidad y a la satisfacción de los reclamos sociales, especialmente los referidos a la preservación de la naturaleza, pero además a las distintas formas de producción alternativas que estimulen el desarrollo económico.

En este marco, la ciencia debe ser un instrumento al servicio de la equidad, de modo que se reviertan las grandes desigualdades entre los países que ostentan grandes avances científico-tecnológicos y los que carecen de ellos.

Las tecnologías vinculadas al ambiente y las acciones que en este campo se pueden realizar necesariamente deberán responder a determinados principios, como la precaución y el desarrollo sostenible. El carácter sostenible de las tecnologías que lo permiten surge de su capacidad de ofrecer ventajas y beneficios a largo plazo, sin generar a cambio catástrofes sociales o ambientales que anulen los beneficios provistos. Entre las tecnologías sostenibles se identifican las que permiten el manejo racional, social y económicamente eficiente de los recursos naturales y la energía, así como también las tecnologías que atenúan o eliminan el efecto de los productos tecnológicos y, a su vez, fomentan la utilización de aquellos que causan un mínimo daño en la etapa de fabricación, uso y descarte.

3.2. Contaminación y Tecnología

Es evidente la gran influencia de la tecnología sobre el ambiente y la biodiversidad a través del modelo de producción y consumo. Hoy sabemos que toda actividad productiva resulta en algunos residuos que en general se constituyen en contaminantes del ambiente y que directa o indirectamente pueden influir sobre la biodiversidad. Hasta mediados del siglo XX era muy débil la influencia de la química sobre la economía. La mayoría de las operaciones industriales se realizaba por fenómenos físicos o por operaciones a temperatura y a presión elevadas; pero a partir de la mitad del siglo se comenzó a utilizar la química orgánica para fabricar plásticos, fibras artificiales y materiales de uso diario. Este fue el despegue de la tecnología química con productos que en muchos casos se convirtieron en graves contaminantes.

El desarrollo tecnológico ha sido muy irregular en sus avances y retrocesos, con un aporte positivo hasta fines del siglo XVIII y una acción negativa importante en el siglo XIX. A partir de este momento se comenzaron a desarrollar productos químicos sintéticos que, con independencia de su toxicidad, comenzaron a sustituir rápidamente, unas veces ventajosamente pero otras con creces, a las materias primas vegetales y animales: las alteraron indiscutiblemente, pudiendo ser causa, a la larga, de que estas desapareciesen, se volviesen raras o pudiesen ser potencialmente reemplazadas por una especie vecina que fuese más resistente a estos agentes; algunos ya han originado la desaparición de numerosas especies de fauna y flora y pueden ser responsables, incluso, de la disminución del número de individuos en poblaciones muy numerosas.

4. Innovación Científica y Tecnológica para la Conservación Ambiental

Aquí se presentan los últimos avances y perspectivas en el campo de la ciencia y la tecnología directamente aplicadas a la conservación del medio natural, desde sus aspectos fundamentales a los aplicados. Además, se indican tanto los resultados de las investigaciones cuyas finalidades son la conservación de la biodiversidad, como las técnicas empleadas y las vías de gestión de los recursos naturales directamente aplicables a estos fines. Sectores aplicados dentro de la conservación ambiental. Sectores relacionados con la conservación de la biodiversidad. Además, se presentan las técnicas más novedosas y de prometedores resultados: ingeniería genética, modificación del ADN, escape y supervivencia de individuos modificados genéticamente. También se estudia qué debemos saber para aplicar esas técnicas a la conservación de la biodiversidad.

La cooperación científica entre el mundo desarrollado y los países en vías de desarrollo se lleva a cabo a través de dos altavoces. Actualmente, se alcanzan resultados en innovación científica y tecnológica con una efectiva contribución iberoamericana. Así podemos reseñar la puesta en marcha en 2005 de un portal que permitirá reforzar la cooperación científica entre los países iberoamericanos, favoreciendo la difusión en línea de los programas y proyectos de cooperación iberoamericanos. La continuación de los más de 100 proyectos, Redes Temáticas y Foros, que permiten aumentar la presencia de los investigadores en redes de ámbito iberoamericano, y con ello fomentar la internacionalización de los proyectos científicos. En 2005, hay más de 500 nodos participando en proyectos y la celebración de los eventos, que contribuyen a incrementar la participación de los centros y grupos de investigación y a destacar la presencia de la ciencia, relativamente escasa en algunas áreas de Iberoamérica.

4.1. Investigación y Desarrollo Sostenible

La experiencia de Costa Rica demuestra cómo un esfuerzo coordinado de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales puede generar y consolidar un desarrollo sostenible. Se han diseñado estrategias exitosas y se han desarrollado instrumentos e infraestructuras que han permitido afrontar los retos de la sostenibilidad y consolidar la evolución de un país ganadero y cafetalero a un país en proceso de desarrollo sostenible y de servicios con cambio de base económica, soporte en el desarrollo humano y cuyas exportaciones de alta tecnología son superiores. Todo ello se basa en un esfuerzo continuado y sin titubeos de fortalecimiento de la capacidad humana y técnica del país, y la generación continua de respuestas ajustadas a sus problemas. Cada país debe plantearse, con el concurso de la educación y tecnología, la respuesta coherente a los problemas ambientales y de sostenibilidad. Porque solo un porcentaje de la población mundial está escolarizada a nivel de educación media, y las sociedades democráticas aún no han afrontado con éxito sus realidades en el campo ambiental, como su demostrada capacidad en el campo de las ciencias. Optar por el desarrollo sostenible es, por tanto, también una opción política frente a la conservación ambiental autoritaria. No podemos perder de vista que, sin ciencia, no

tendríamos la posibilidad de plantear un enfoque sostenible y racional para el desarrollo, ni tampoco de predecir los riesgos y consecuencias de las acciones propuestas para el ambiente y para la biodiversidad.

5. Desafíos Actuales y Futuros en la Interacción de estos Campos

Hasta aquí hemos presentado bruscamente algunos problemas y desafíos que encierra cada uno de los campos considerados. Ahora bien, la complejidad del mundo que nos rodea nos plantea abiertamente la cuestión acerca de cómo abordar el estudio de su complejidad, en conjunto, sus distintos aspectos. Adquiere como base o principio la interacción entre los distintos campos que hemos visto, pero también pueden establecerse objetivos como las relaciones existentes entre dos o más espacios. El conocimiento y la actuación del hombre sobre el medio, y especialmente sobre los espacios rurales, constituyen actualmente un desafío teórico y práctico de máxima importancia para la supervivencia de la sociedad contemporánea.

Los instrumentos de que disponen actualmente para evaluar estos fenómenos son más rústicos que dichos conceptos, y ello se refleja en medida exagerada en la limitación de los datos disponibles para incorporarlos a los modelos. No obstante, es posible observar que las escalas temporales y espaciales sobre las que el hombre trata de actuar en sus decisiones se han modificado enormemente en el tiempo a lo largo del paso que surgieron en un primer espacio territorial delimitado, muy próximo a las decisiones y en función de las necesidades básicas de supervivencia, y que hoy en día conciernen simultáneamente e interrelacionadamente a escalas muy amplias y muy complejas en sus relaciones. En el esquema que sigue se resume la evolución de la humanidad de un primer espacio relativamente homogéneo en función de las actividades agropecuarias elementales, a otro donde aparecen una cada vez mayor cantidad y diversidad de espacios asociados a otros tantos circuitos productivos, a sistemas de captación, guía y distribución de los flujos de energía y materia principalmente, y a unos motores territoriales respecto a los que se generan y tratan de generar normativas o sistemas de regulación territoriales.

5.1. Cambio Climático y Tecnología

Climática debida en gran medida al efecto invernadero, en último término, ocasionado por actividades industriales y otros usos energéticos tecnológicos. Si bien es verdad que el clima ha sufrido períodos de inestabilidad a lo largo de los aeones, a menudo extremada, en este instante se está produciendo un calentamiento rápido que, para un gran número de expertos, está sin lugar a dudas inducido o por lo menos acelerado por las actividades humanas. Entre las variadas y severas consecuencias del calentamiento global, se encuentran las inundaciones, que pueden acarrear en extensas zonas la degradación y pérdida de comunidades vegetales ribereñas, con repercusiones irreversibles en la disminución de la biodiversidad, incremento del régimen de incendios y colonización por especies y comunidades exóticas. Las proyecciones sobre el calentamiento global han sido variables, pero en general se considera que el incremento medio de la temperatura en el futuro oscilará entre 3 y 5 °C, incidiendo inevitablemente sobre el ecosistema planetario, incluyendo, por supuesto, a los sistemas ecológicos de Venezuela. De allí que uno de los objetivos fundamentales es globalmente aceptado: el de acordar una clara negociación de

límites a la contaminación que represente niveles de ecosistemas, dada la función de estos métodos de amortiguamiento y retardo de las tendencias de acumulación tóxica de elementos en ríos, mares y atmósfera. Existe una clara interfase entre los medios costeros o estuariales con alta actividad en deterioro ecológico en las grandes ciudades costeras, separando en este caso el mundo de las fibras entre los ecosistemas marinos y terrestres con muy diferentes caracteres ecológicos.