



# Contaminación electromagnética

*Una visión desde las biociencias y el derecho*

Iván Vargas-Chaves  
Ana Melisa Betancur-Quiceno  
María Alejandra Sierra-López

Iván Vargas-Chaves  
Ana Melisa Betancur-Quiceno  
María Alejandra Sierra-López

# Contaminación electromagnética

*Una visión desde las biociencias y el  
derecho*



# La Contaminación Electromagnética

*Una visión desde las biociencias y el  
derecho*

Iván Vargas-Chaves  
Ana Melisa Betancur-Quiceno  
María Alejandra Sierra-López



2020

Este libro es resultado de investigación, evaluado bajo el sistema doble ciego por pares académicos.

## **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL CARIBE – CECAR**

### **Rector**

Noel Morales Tuesca

### **Vicerrector Académico**

Alfredo Flórez Gutiérrez

### **Vicerrector de Ciencia Tecnología e Innovación**

Jhon Víctor Vidal

### **Directora de Investigaciones**

Luty Gomez CÁCERES

### **Decano Facultad de Derecho y Ciencias Políticas**

María Eugenia Vides Argel

### **Coordinador Editorial CECAR**

Jorge Luis Barboza

©2020, **La Contaminación Electromagnética. Una visión desde las biociencias y el derecho.** Iván Vargas-Chaves, Ana Melisa Betancur-Quiceno, María Alejandra Sierra-López, autores.

**ISBN:** 978-958-5547-74-2 (digital)

**DOI:** 10.21892/978-958-5547-74-2

Sincelejo, Sucre, Colombia.

La contaminación electromagnética. Una visión desde las biociencias y el derecho / Iván Vargas-Chaves... [et al.]. – Sincelejo : Editorial CECAR, 2020.

125 páginas ; 23 cm.

Incluye referencias bibliográficas al final del libro.

ISBN: 978-958-5547-74-2 (digital)

1. Electromagnetismo 2. Campos magnéticos – efectos fisiológicos 3. Contaminación ambiental 4. Industrias de telecomunicaciones I. Vargas-Chaves, Iván II. Betancur-Quiceno, Ana Melisa III. Sierra-López, María Alejandra IV. Título.

571 V297c 2020

CDD 23 ed.

CEP – Corporación Universitaria del Caribe, CECAR. Biblioteca Central – COSiCUC

## Tabla de Contenido

<i>Introducción</i> .....	7
 <i>Capítulo 1</i>	
Consideraciones preliminares.....	11
 <i>Capítulo 2</i>	
La Biodiversidad como bien jurídico tutelado .....	27
 <i>Capítulo 3</i>	
Aproximación al electromagnetismo y a las antenas de telecomunicaciones .....	45
 <i>Capítulo 4</i>	
La regulación de las antenas de telecomunicaciones .....	67
 <i>Capítulo 5</i>	
La invocabilidad del Principio de Precaución en la instalación de antenas de telecomunicaciones .....	73
 <i>Capítulo 6</i>	
Estudio de Caso: caracterización de un conflicto ambiental en el municipio de Plato por la instalación de antenas de telecomunicaciones .....	79
 <i>Capítulo 7</i>	
Reflexiones finales .....	105
Referencias.....	113



A nivel global, el constante avance de la industria de las telecomunicaciones y la ampliación de su cobertura han traído consigo implicaciones para la salud humana, debido a varias causas. Una de ellas es la contaminación electromagnética que es generada por antenas, enrutadores, teléfonos móviles, equipos de cómputo, etc. Autores como Valarezo, Carrillo, Muñoz y Andrade (2016) señalan que esto se da en un entorno de alta dependencia a los productos y servicios asociados a las tecnologías de la información y la comunicación, lo cual aumenta el factor de riesgo derivado de su uso masivo y constante.

Las estaciones base de telefonía móvil (EBTM) pertenecen a un grupo de elementos y equipos que permiten la propagación de ondas electromagnéticas gracias su capacidad de diversificar la frecuencia y de incidir en el medio. En específico, las antenas son generadoras de radiación no ionizante (RNI), que produce efectos en la salud que hasta hoy son discutidos ampliamente por parte de la comunidad científica: “(...) el 80% de los estudios epidemiológicos aceptados y revisados por la OMS recalcan entre los problemas vinculados a la contaminación electromagnética: cefaleas, insomnio, alteraciones del comportamiento, depresión, ansiedad, leucemia infantil, cáncer, alergias, etc.” (Cáceres, 2016, p. 8).

Las RNI son emitidas permanentemente por las antenas de telecomunicaciones que se ubican en las poblaciones y, por lo tanto, tienen la capacidad de interactuar con los sistemas biológicos que las rodean y generar afectaciones en los organismos y contaminación. Cáceres (2016) es enfático en afirmar que la preocupación respecto a las RNI permanece latente en las distintas conferencias de riesgos para la salud de las poblaciones y en la agenda ambiental internacional, como por ejemplo: en las Declaraciones de Viena, Salzburgo, Alcalá, Catania y Friburgo, entre otras.

Para Vargas-Chaves (2016), esta preocupación apenas alcanza a amortiguar los daños que de manera irreversible ha causado el hombre en el



## Introducción

ambiente y no permite que la normatividad actual sea efectiva al momento de encaminar la conducta humana hacia la conservación, en lugar del deterioro. De aquí, que la importancia de entender el vínculo natural de las acciones antrópicas específicas en un momento y lugar determinado con las alteraciones que éstas generan en el planeta; fundamenta un naciente pensamiento amigable con el ambiente que, aunque insuficiente, propone soluciones hacia un sistema de responsabilidad pluralizada.

El camino ciertamente no ha sido fácil y es por eso que en materia regulatoria “a todas luces el derecho ambiental ha fallado en garantizar el mantenimiento y aseguramiento del equilibrio ecológico, la eficiencia económica y la equidad social entre las actuales y futuras generaciones” (Chacón, 2017, p. 35). Y es que si de normas se trata, los autores de este libro coinciden con Cafferatta (2007) en que, no obstante, la sociedad sabe que existen leyes que protegen el ambiente; en realidad ésta no sabe cómo lograr que esas leyes se cumplan.

Por su parte, un sector de la doctrina considera que la normativa ambiental va en contrasentido, debido a que entre más normas en materia ambiental existen, más se empeora la crisis ambiental. Con todo, no debe perderse tampoco de vista que los efectos de los RNI varían dependiendo de los parámetros de exposición, del modelo biológico empleado y del blanco biológico analizado (Mejía-Trejo y Pedroza-Zapata, 2010).

En la búsqueda de contribuir con la formulación de una aproximación regulatoria efectiva a la problemática, el presente libro plantea el escenario derivado de la instalación de antenas en centros densamente poblados y la invocabilidad del principio de precaución como mecanismo de anticipación de riesgo.

A tenor de lo anterior, se reconoce que son aún alejadas de la realidad y la cotidianidad de Colombia decisiones como la que adoptó la Corte Constitucional en la Sentencia T-1077 de 2012 en la que se aplicó el principio de precaución adoptando como medida inmediata el desmonte de una antena de telecomunicaciones en el municipio de Fresno (Tolima). La razón de este fallo fue el escenario de incertidumbre en el que se dio un diagnóstico de histiocitosis de células de Langerhans de una menor de edad y la ubicación próxima a su habitación de dicha antena.

## Introducción

Esas decisiones son alejadas de la realidad; pues, pese a que la instalación de antenas de telecomunicaciones se acrecienta exponencialmente por el aumento de usuarios alrededor del país, de acuerdo con el Gobierno, ello es una realidad propia del desarrollo económico y la globalización (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013). Es por esto que se hace necesaria la implementación de un real enfoque precautorio para la toma de decisiones por parte de las autoridades, para así disminuir la vulnerabilidad de las comunidades afectadas ante la instalación de antenas de forma desmedida.

La metodología empleada por los autores parte de un enfoque analítico-deductivo desde la normativa ambiental existente, la jurisprudencia y las teorías y los estudios que evidencian una creciente preocupación de la comunidad académica hacia la contaminación electromagnética (CEM). Además, con el fin de caracterizar el conflicto ambiental del municipio de Plato Magdalena como caso de estudio, se aplica una metodología integral de análisis de conflictos ambientales (Vargas-Chaves, Luna-Galván y Torres-Pérez, 2019) que permite validar una serie de elementos clave de caracterización a partir de la documentación oficial y no oficial recogida, así como de la experiencia extraída de los actores.

El trabajo anterior da lugar a la creación de este libro que está organizado de la siguiente manera: en el primer capítulo, se describe el concepto y alcance de la contaminación electromagnética, partiendo de sus fuentes y riesgos asociados a la salud humana, hasta llegar a la vulneración que implica a los derechos a la salud y a un ambiente sano. A continuación, se establecen las bases del debate sobre la biodiversidad como un bien jurídico tutelado de cara a plantear el debate sobre la potencial afectación a los seres vivos. En el siguiente capítulo se esbozan algunos apuntes sobre la regulación en la instalación de antenas de telecomunicaciones. Así, se desarrollan los criterios de invocabilidad del principio de precaución como una solución viable a la problemática. Como preludeo al capítulo final se expone un estudio de caso a través de la caracterización de un conflicto ambiental en el municipio de Plato (Magdalena) y, por último, se presentan unas reflexiones finales que pueden ser el punto de partida para generar un futuro debate crítico.



## CAPÍTULO 1

# Consideraciones preliminares

### La Contaminación electromagnética

Como consecuencia indirecta de las actividades de telecomunicación de uso doméstico e industrial como lo son la transmisión, generación y distribución de energía eléctrica; aparece la contaminación electromagnética o de campos eléctricos. Estas actividades están ligadas a la sociedad en su estado natural y en su cotidianidad, lo cual posibilita que el hombre se mezcle continuamente con un ambiente electromagnético artificial, que podría disminuir la calidad de vida del mismo. Este riesgo asumido por los individuos es directamente proporcional al grado de acercamiento y uso de la tecnología, que en el exceso de los parámetros comprendidos en la normativa ambiental, es propenso a generar causales de conflictos ambientales en las comunidades (Torres y Ochoa, 2007, p. 79).

El espectro electromagnético es la división propuesta para identificar el rango de emisiones (o absorciones) de las ondas electromagnéticas, siendo la luz del sol (luz visible) la forma más conocida; precisamente ésta, constituye la línea divisoria entre la radiación ionizante (RI, ejemplo: rayos x, rayos gamma), con mayor potencia y de altas frecuencias, con la radiación no ionizante (RNI), de baja frecuencia, menos dañina -UVA, UV-B, UV-C hacia frecuencias extremadamente bajas -. (Mejía-Trejo, 2010, p. 8).

La Organización Mundial de la Salud clasifica la contaminación electromagnética –Radiación no ionizante– en tres grandes grupos según su frecuencia, a saber:

Campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (FEB) con frecuencia de hasta 300 Hz; campos de frecuencia intermedia (FI), con

frecuencias de 300 Hz a 10 MHz; y por último, campos de radiofrecuencia (RF), con frecuencias de 100 MHz y los 300 GHz. (Pérez y Mara, 2016, p. 16).

La contaminación electromagnética es aquella proveniente de radiaciones no ionizantes, o sea, aquellas que no afectan los iones en las células; en comparación con las ionizantes, que en cambio, causan daños fisiológicos notorios, con una separación establecida entre ambas de 12.4 electronvoltios (Luquín, 2013). Esta separación puede ser modificada por simple convención en cualquier momento. Por su parte, los científicos no dan pronunciamientos en los que esclarezcan de manera precisa y contundente la severidad de las afectaciones a la salud, producto de la contaminación electromagnética que rodea a las personas desde finales del año 1800 y que han dado lugar a riesgos generados desde que comenzó la era de las telecomunicaciones (Sierra-López, 2019).

Asimismo, Gómez y Melo (2015) afirman que:

La contaminación EM-NI es producida por elementos de telecomunicaciones, eléctricos o electrónicos ya sea de uso doméstico o industrial y es considerada de baja frecuencia (FEB), debido a que comprende de los 0 Hz a los 300 Hz; lo que, a su vez, impide su clara percepción para los sistemas biológicos (p. 95).

Además de las antenas de telecomunicaciones, los equipos eléctricos de uso doméstico como televisores, hornos microondas, computadores portátiles y de escritorio, electrodomésticos y, desde luego, los teléfonos móviles son también, generadores de contaminación electromagnética (Mejía-Trejo, 2014).

La problemática ambiental asociada a la emisión de RNI en centros urbanos se ha denominado contaminación electromagnética no ionizante (EM-NI). Este tipo de contaminación del aire, de difícil apreciación, visión y materialización es consecuencia voluntaria de factores antrópicos, cuya presencia en las comunidades, abre la puerta a la incertidumbre en el momento de asociar dicha contaminación, con afectaciones al ambiente y alteración en la salud de las personas (Gallego, Torres y Castañeda, 2014, p. 3).

Las diferentes radiaciones a las que diariamente es expuesto el hombre por las distintas fuentes de emisión de contaminación electromagnética, ha hecho difícil la postura de la comunidad científica hacia los efectos dañinos que ésta pueda producir; lo cual, a su vez, ha obstaculizado la toma de decisiones por parte de gobernantes en pequeñas y medianas poblaciones donde se han incrementado las solicitudes de permisos, en especial, para instalaciones de antenas de telecomunicaciones. Por consiguiente, es importante, priorizar el equilibrio natural del ambiente y la salud de las personas ante la incertidumbre generada por la contaminación electromagnética.

### **La contaminación y sus distintos tipos**

Según el Código Nacional de Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente:

Se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente o de los recursos de la nación o de los particulares. (Ley 2811,1974, art. 4).

Colina (2000) desglosa conceptualmente la contaminación del ambiente según su origen desde su máxima expresión natural, hasta pasar por las acciones antrópicas y las fuentes de contaminación que, a su vez, se convierten en deterioro o afectación para el ambiente.

Sin embargo, la definición de contaminación ambiental se reduce a situaciones específicas como la erupción de un volcán o la erosión; a diferencia de, cuando hablamos de contaminación antrópica, la lista de maneras en las que el hombre se las ha ingeniado para modificar química y físicamente el ambiente es mucho más grave (Albert, 2004, p. 39).

De este modo, se entiende que la contaminación puede generarse de dos formas, natural o antropogénica, esto es, ocasionada por actividades del ser humano. Desde esta óptica, se pueden identificar los diferentes tipos de contaminación que el hombre realiza en el suelo, agua y aire así:

**Contaminación del aire.** Desde una perspectiva consumista, se vislumbra el extensivo uso de los combustibles para producir energía. Después de la revolución industrial, el consumo se ha incrementado y producto de eso, el hombre ha saturado la capacidad que tiene el planeta de amortiguar el efecto de los contaminantes que estos combustibles producen al aire. A su paso, estos contaminantes han puesto en peligro el equilibrio ecológico y la supervivencia de especies de fauna y flora silvestre (Solís y López 2003, p. 8).

**Contaminación en el suelo.** La afectación del suelo en zonas especialmente rurales agrícolas fue producto de la introducción de técnicas de industrialización. De igual forma, los fertilizantes hacen su contribución a la contaminación, en contraprestación de incrementar el rendimiento de los cultivos; sin embargo, esta contaminación además de afectar el equilibrio físico y químico del suelo, contamina los alimentos que consumen las personas por la alta demanda de estos y la intensificación en la producción (UN, 2001, p. 69). Lo anterior, sin dejar a un lado “la generación de los desechos sólidos la contaminación de los diferentes horizontes del suelo y las aguas subterráneas encontradas en los acuíferos” (Solís y López 2003, pp. 10-11).

**Contaminación en el agua.** Las aguas subterráneas, depositadas en los acuíferos, según Rodríguez, Toro y Carrascal (2008) son:

Un patrimonio ambiental valioso pero vulnerable; estos cuerpos de agua en particular, tienen una capacidad de repercusión en la calidad de vida de las personas; y es por eso, tan alarmante las cantidades de metales pesados encontrados (cromo y plomo) que junto al vertimiento de aguas servidas y la inadecuada disposición de residuos sólidos conforman un grupo peligroso de situaciones que pueden llegar a provocar mortalidad en población infantil (p. 25).

### **La contaminación electromagnética y sus fuentes**

La contaminación electromagnética proveniente de la tecnología, “es una herramienta de frecuencias con cada vez mayor definición que a pesar de su difícil percepción, tanto para el hombre como para cualquier organismo biológico es posiblemente causante de algunas dolencias o

enfermedades *raras* en la salud” (Moscoso y Karca, 2016, p. 24). Además, la contaminación electromagnética se pueda clasificar en distintos tipos de equipos, según su radiación, la frecuencia que generan y los posibles efectos en la salud y en el ambiente. En este caso, se analizan los equipos fuente de radiación no ionizante, desde una óptica integral, que permita conocer sus principales características y cómo estas inciden en el diario vivir de los individuos.

**Líneas de distribución y transmisión.** Son las encargadas de la conducción de la energía de los lugares de generación a los centros de consumo (Torres y Ochoa, 2007). Pese a que éstas no constituyen una fuente importante de contaminación electromagnética, son consideradas uno de los más representativos productores a larga distancia de RNI, debido a que penetran desde el exterior hasta llegar al interior de un hogar próximo a estos. Es por ello que se deben regular las distancias según la ubicación de la población general (Vernieri y Riubrugent, 1997, p. 2).

Con respecto a la distancia de las líneas de distribución y transmisión, la relación es inversamente proporcional, ya que a medida que la distancia aumenta, la intensidad de los campos magnéticos disminuye; sin embargo, los campos generados por esta fuente de generación de RNI, a pesar de ser de muy baja intensidad, permanecen en constante contacto con el hombre (Cruz, 2009). También es importante mencionar que:

Cuando las líneas de distribución son subterráneas en el centro de las ciudades, las intensidades del campo magnético aumentan, debido a que están mucho más cerca del nivel de suelo que las aéreas, pudiendo presentar mayor afectación sobre las personas. (Torres y Ochoa, 2007, p. 10).

**Subestaciones S/E.** Se encargan de acondicionar la energía eléctrica a niveles de tensión necesarios para la transmisión y el consumo. Las subestaciones de transformación, sostienen elevadas concentraciones de campo magnético debido a su conformación, siendo principalmente compuesta por zonas de celdas de salidas y enmallados, interruptor y transformadores de potencia (Barrios y Padilla, 2013, p. 2).

**Electrodomésticos.** En este caso, se deben tener en cuenta los diseños propios de cada equipo electrodoméstico que se introduzca en el hogar, debido a que la intensidad del campo magnético varía en función del diseño



y cumplimiento del fabricante de acuerdo con los límites permitidos. A su favor, Pérez y Mara (2016) afirman que:

La intensidad de los campos magnéticos que genera se reduce a cortos periodos de tiempo; su frecuencia varía de 3 kHz a 30 MHz, en ocasiones los aparatos eléctricos se usan cerca o en contacto con el cuerpo, como por ejemplo los secadores de pelo, las mantas eléctricas, monitores de computadoras, afeitadoras eléctricas, y puede generar alta exposición a campos magnéticos, a pesar de esto, son equipos utilizados para tareas puntuales en el hogar. (pp. 18-19).

**Telefonía móvil y antenas de telecomunicaciones.** La telefonía móvil o celular utiliza bandas entre 800 MHz y 1 900 MHz, con un mecanismo de transmisión directa. Ello a través de un terminal o teléfono móvil y la estación base o antena de telecomunicaciones (Torres y Ochoa, 2007). En ambos casos son fuentes emisoras de contaminación electromagnética que afectan tanto a quien usa el dispositivo, como a quien reside o frecuenta el lugar de instalación de la antena.

### **Riesgos de la contaminación electromagnética asociados a la salud humana**

La existencia de campos electromagnéticos en la tierra no es novedad, de hecho, los humanos han convivido con ellos desde su nacimiento; sin embargo, la exposición a campos eléctricos o magnéticos artificiales y su influencia con la salud, ha permanecido en discusión a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006, p. 16).

Es así como el efecto potencialmente dañino para la salud humana, se ha hecho esquivo de esclarecer para la ciencia en la actualidad, mientras que las numerosas investigaciones se dividen entre la existencia o no de efectos biológicos. En 1969, surgieron las primeras evidencias de la existencia de las fuentes artificiales de campos eléctricos y magnéticos (EFM), cuando se hallaron una serie de molestias en trabajadores soviéticos de playas de maniobras (Vernieri y Riubrugent, 1997, p. 3).

Los primeros hallazgos marcaron de este modo la pauta y abrieron los interrogantes a un campo sin investigación en cuanto a afectaciones hacia la salud por introducción de nuevas tecnologías. A pesar de que el

recibimiento de estos resultados fue en gran parte escéptico por parte de la academia, sirvió para despertar el interés de otros gremios de científicos hacia la temática.

Vale la pena resaltar el diagrama de Richard Gautier sobre los mecanismos relacionados con la exposición a los campos electromagnéticos, en el que se reúnen trastornos cognitivos, trastornos del comportamiento, pérdida de memoria, ansiedad, enfermedades neurodegenerativas, depresión y cáncer (Doménech, 2004). Lo anterior, sirve como bastón para afirmar que en la actualidad, la exposición de las personas a determinados niveles de radiación electromagnética produce efectos térmicos dañinos para la salud: “La mayoría de las moléculas biológicas absorben energía procedente de campos magnéticos intermitentes, que la convierten en energía cinética, y empiezan a oscilar. Esta oscilación produce calor y un aumento de la temperatura corporal” (Doménech, 2004, p. 619).

Por su parte, Vargas (2009) afirma que el cuerpo humano posee un sistema de termorregulación con capacidad de disipar el calor resultante de la energía procedente de fuentes emisoras, lo que genera daños a la salud; de igual manera, argumenta que el hombre debe ser consecuente al preocuparse por el efecto dañino de la contaminación electromagnética tanto de una EBTM como de un equipo de telefonía móvil, asumiendo un riesgo voluntario como consecuencia del acceso directo a la tecnología.

A pesar de la incertidumbre respecto a las afectaciones, y ante la alta dependencia de la humanidad a los equipos electrónicos, la instalación desmedida de antenas de telecomunicaciones dentro de los centros poblados ha empañado la percepción del riesgo ante la contaminación electromagnética conocido como “*riesgo impuesto*” debido a que el hombre se encuentra rodeado de RNI y no sabe cuándo se encuentra en su presencia. A raíz de lo anterior, en los años 90, desde que comenzó el despliegue de redes de telefonía celular, ha surgido simultáneamente en las comunidades, una intranquilidad y un temor ante la posible afectación de su salud (Pérez y Mara, 2016, p. 6).

Por consiguiente, partiendo de las afirmaciones anteriores, es preciso denotar, las muy diferentes, distantes y contradictorias conclusiones a las que el gremio científico ha llegado en cuanto a la contaminación electromagnética. La falta de claridad, desconocimiento y accionar tardío

de la industria y del Estado, han influido directamente en la confusión generada por la introducción abrupta de tecnología en los centros poblados. La falta de control en la comunicación que llega a las comunidades, mantiene a estas en un estado de alarma permanente, producto de la falta de información objetiva, real y científicamente comprobada.

Según la Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (IARC, 2013), el exceso de exposición a emisiones electromagnéticas procedentes de EBTM, teléfonos móviles, equipos wifi, microondas y, en general, equipos eléctricos y su relación con daños nocivos para la salud del hombre; hasta el momento no ha sido esclarecido con contundencia.

Atendiendo a las anteriores consideraciones, países como Francia, eliminaron de sus escuelas la instalación de wifi, al igual que de las instalaciones de la Biblioteca Nacional de Francia abogando principalmente al derecho de precaución sobreponiendo ante todo el derecho a un ambiente sano (Luqin, 2013, p. 14).

Es por tanto entendible, que ciertas autoridades internacionales, sin certeza científica de vinculación, precautoriamente adelantan estándares de protección ambiental, como por ejemplo, los países nórdicos, y desaconsejan de forma específica el uso del wifi para la conexión a internet, totalmente implantada en estos estados, y optan por otros tipos de tecnología alternativa (Luqin, 2013).

Riesgos de la contaminación electromagnética reconocidos por la Organización Mundial de la Salud. La inquietud alarmante que rodea a las poblaciones del mundo expuestas a contaminación electromagnética es creciente; así como también, crece la exposición del hombre a todas las frecuencias de campos electromagnéticos que pertenecen a su entorno y que hacen parte del avance de la tecnología actual.

En este contexto, la Organización Mundial de la Salud, en la necesidad de esclarecer científicamente los posibles efectos de los campos electromagnéticos en la salud de las personas, crea el Proyecto CEM con el fin de evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos sobre la salud, en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 GHz en donde se desarrolla la

contaminación electromagnética (Sierra-López, 2019). Los objetivos del Proyecto Internacional CEM, consisten en:

- (i.) Dar una respuesta internacional y coordinada a las inquietudes que suscitan los posibles efectos sanitarios de la exposición a los campos de contaminación electromagnética;
- (ii.) evaluar las publicaciones científicas, y elaborar informes de actualidad sobre los efectos sanitarios;
- (iii.) descubrir aspectos insuficientemente conocidos en los que una investigación más a fondo permitiría evaluar mejor los riesgos. Así como en
- (iv.) Alentar la creación de programas de investigación especializados y de alta calidad;
- (v.) incorporar resultados de las investigaciones en monografías de la serie Criterios de Salud Ambiental de la OMS, en las que se evaluarán metódicamente los riesgos sanitarios de la exposición a los contaminación electromagnética;
- (vi.) facilitar el desarrollo de normas internacionalmente aceptables sobre la exposición a los contaminación electromagnética;
- (vii.) facilitar, a las autoridades nacionales y de otros ámbitos, información sobre la gestión de los programas de protección contra los campos de contaminación electromagnética, y en particular monografías sobre la percepción, comunicación y gestión de los riesgos derivados de los campos de contaminación electromagnética. Y, por último,
- (viii.) asesorar a las autoridades nacionales y de otros ámbitos sobre los efectos sanitarios y ambientales de la contaminación electromagnética, y sobre las eventuales medidas o actuaciones de protección necesarias. (Campa, 2011, p. 87).

En el desarrollo y progreso del proyecto, se destaca la reunión realizada por la Organización de la Salud, la Comisión Europea y el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental, en Luxemburgo, los días 24 y 26 de febrero de 2003, la cual reunió a expertos internacionales en temas de aplicación del principio de precaución a las fuentes de contaminación electromagnética. El reporte de la reunión suministra un avance en un caso de prueba en desarrollo, acerca de los posibles efectos cancerígenos por contaminación electromagnética. A pesar de que la prueba no ha finalizado, algunas aportaciones recibidas por la OMS, han permitido la constitución de

un marco precautorio en salud alineado a su política general (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2010).

Como sucesora de la IRPA/INIRC, en el Octavo Congreso Internacional de la IRPA celebrado en Montreal, mayo 18-22, 1992, fue establecida una nueva organización científica independiente, la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) por sus siglas en inglés. Su objetivo principal es investigar los peligros que pueden ser asociados con las diferentes formas de RNI (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2010).

Para el establecimiento de restricciones y recomendaciones ante la exposición, la ICNIRP considera que la información disponible es insuficiente para proporcionar una base para el establecimiento de restricciones a la exposición para casos de cáncer. A pesar de que la investigación epidemiológica ha generado evidencia relevante, no se ha verificado una posible asociación entre los efectos carcinogénicos y la exposición a niveles de densidad de flujo magnético de 50/60 Hz sustancialmente más bajos que los recomendados (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2010).

Según se desprende del documento de la *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (2010), los resultados de las investigaciones epidemiológicas sobre exposiciones a fuentes de contaminación electromagnética y cáncer en niños no son suficientemente sólidos, por la ausencia de un soporte de investigaciones experimentales, para tener una base científica para establecer recomendaciones sobre la exposición. A manera de paréntesis, se señala que la ICNIRP no establece recomendaciones específicas para casos de cáncer, por falta de rigor científico en los resultados encontrados por investigaciones a la asociación de exposiciones de niveles de contaminación electromagnética y cáncer (García, 2005, p. 14).

De igual forma, la principal conclusión de las evaluaciones de la OMS es que, al parecer, las exposiciones a niveles de contaminación electromagnética inferiores a los límites recomendados en las directrices internacionales de la ICNIRP no producen ninguna consecuencia conocida sobre la salud (Aldasoro *et al.*, 2013).

Sin embargo, la OMS expone la adopción de medidas de precaución a la ciudadanía, los entes gubernamentales e institucionales, y las autoridades nacionales con el fin de aumentar la protección de la población y fortalecer la confianza en las personas al manipular de manera segura la tecnología. Esas medidas son:

Observancia rigurosa de las normas de seguridad nacionales o internacionales basadas en los conocimientos científicos actuales y que se han diseñado para proteger a la población con un factor de riesgo elevado, como niños, ancianos, personas enfermas y embarazadas; Medidas de protección físicas de carácter básico como la elevación de barreras en torno a las fuentes de campos electromagnéticos intensos, las cuales ayudan a impedir el acceso no autorizado a zonas en las que puedan superarse los límites normales de exposición. La participación ciudadana en procesos de toma de decisiones acerca de la instalación y la ubicación de nuevas líneas de conducción eléctrica o estaciones base de telefonía móvil. La articulación de un sistema eficaz de información y comunicación de aspectos relativos a la salud pública entre científicos, gobiernos, industria y sociedad civil, el cual puede ayudar a aumentar el conocimiento general sobre los programas que abordan la exposición a campos electromagnéticos y a reducir posibles desconfianzas y miedos (Luquin, 2013, p. 14).

## **El Derecho Humano a un ambiente sano**

Entre el ser humano y el ambiente existe una relación contradictoria; por una parte, destruyendo lo que encuentra a su paso para asegurar la supervivencia; y por otro, gestionando la reproducción de ser vivos por actividades como la ganadería, acuicultura, etcétera; así como también, la necesidad de mejorar su calidad de vida. (Tommasino, Foladori y Taks, 2001).

Según Rodríguez y Páez:

El derecho ambiental entra en la búsqueda de la regulación entre la humanidad y la naturaleza; promoviendo el uso racional de los recursos naturales y a partir de, una estructura

administrativa fuerte y una normativa apta para la biodiversidad colombiana, se pretende encontrar el equilibrio necesario entre desarrollo y ambiente. (Rodríguez y Páez, 2012, p. 87).

En la Constitución Política de Colombia de 1991, hay consagradas, alrededor de 50 disposiciones que se relacionan de manera directa o indirecta con el ambiente y señala particularmente algunas que hacen parte de los derechos colectivos ambientales (Pérez; 2002).

(...) el Estado debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones y exigir la reparación de los daños causados (art. 80); es deber de las autoridades garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar al ambiente sano (art. 79); es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular - art. 82 - (p. 14).

Es así como Ortega (2010) define los derechos colectivos como reivindicaciones con la sociedad en aspectos sociales, políticos y culturales en favor de grupos con un interés común dentro de un contexto histórico-político específico (p. 79). Por lo tanto, se expone de esta manera, la sinergia que debe existir entre economía, política, ambiente, institucionalidad y sociedad en la que se respeten los derechos colectivos, en específico los derechos colectivos ambientales, los cuales son consagrados en la normativa ambiental nacional y permiten avanzar en el desarrollo sostenible.

### **La salud humana como componente de un ambiente sano**

“El estado de salud de una población está fundamentado en un conjunto de interrelaciones entre individuos y sus contextos, en el cual intervienen componentes ambientales, biológicos, hábitos y estilos de vida” (Villar, 2011 como se citó en Roa y Pescador, 2016, p. 114). Es así como se muestra el estrecho vínculo entre el entorno y la humanidad: desde que nacen, los humanos vienen condicionados por la genética en su sexo y su grado de vulnerabilidad a factores externos; de igual forma, en el desarrollo de su vida, están condicionados por la calidad y cantidad de alimento a la que tienen disponibilidad, los factores sociales y educativos, el empleo y la remuneración que reciban, los cuales moldean su estilo de vida.

De igual forma, Roa y Pescador (2016) afirman que al presentar un modelo sistemático:

La salud ambiental de una población, empieza a tener en cuenta situaciones de pobreza, acelerado crecimiento demográfico y tecnológico, falta de equidad social y consumismo; sin embargo, al estar en constante interrelación con factores naturales del medio que los rodea, los aspectos propios de una población en sociedad, unidos a los que encuentra en su entorno (cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono y la pérdida de diversidad biológica) generan una complejidad aun mayor que integra a ambas partes y, a su vez, introduce la visión compuesta de salud ambiental (p. 114).

En contribución a esa visión incluyente de salud ambiental, Rengifo propone la siguiente definición dando alcance a las interpretaciones de la OMS:

la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades (...) alejada de la utopía, la definición hace referencia a la relación cercana entre salud, ambiente y sociedad y lleva al individuo a pensar en las responsabilidades y repercusiones que tienen sus actos para con el ambiente que a su vez, influyen directamente en su propio bienestar. (Rengifo, 2008, p. 354).

La salud humana depende de la voluntad y la capacidad de una sociedad para mejorar la interacción entre la actividad humana y el ambiente químico, físico y biológico. Esto debe hacerse de manera que promueva la salud humana y prevenga la enfermedad, manteniendo el equilibrio y la integridad de los ecosistemas, y evitando comprometer el bienestar de las futuras generaciones (Romero, M. Álvarez y A. Álvarez, 2007, p. 23).

La salud humana se convierte así en un indicador de salud ambiental, en consecuencia, la promoción hacia el fortalecimiento del desarrollo local puntualizado en el bienestar de la población, el avance integral y sostenible de los territorios y las instituciones, fomenta la protección del medio ambiente (Romero *et al.*, 2007).



## **La contaminación presentada en agua, aire, suelos y demás recursos renovables**

Se considera como contaminación, la variación abrupta del medio ambiente por medio de sustancias o medios de energía involucrada, esto se produce por medios artificiales y en porcentajes que podrían perjudicar la salud e integridad del hombre (Estrada, Gallo y Núñez 2016), además de causar graves afectaciones a la fauna y flora, y producir un detrimento en el medio ambiente de la región donde se presente. Se trata de la combinación de varios elementos que, al interactuar con el ambiente, pueden llegar a generar alteraciones. Este tipo de contaminación puede presentarse de forma química, biológica e incluso física (Rodríguez y Vargas-Chaves, 2015).

## **La incertidumbre sobre los potenciales daños del riesgo ocasionado por la contaminación electromagnética y la proximidad de las antenas en los núcleos urbanos**

El riesgo tecnológico -como el generado por la contaminación electromagnética - produce en la población una sensación de constante peligro y exposición que se expresan desde el imaginario de la cotidianidad y de la vulnerabilidad que ocasiona el desconocimiento común (Pellegrini 2007, pp. 71-72).

Teniendo en cuenta que la ciencia de la tecnología está en constante cambio y avance, hacer referencia a los riesgos puntuales y controlables referentes a dicho conocimiento, es difícilmente calculable.

Funtowicz (1994) afirma que al no ser calculable, “el riesgo se convierte en incertidumbre” (como se citó en Natenzon, 1995, p. 14).

Al enfrentarnos a riesgos globales como lo son los riesgos tecnológicos, se evidencia entonces, la exposición de la sociedad a la complejidad en cuanto a problemas ocasionados por la ciencia de la tecnología y el desconocimiento general del grado de afectación que puedan ocasionar dichos problemas. (Natenzon, 1995, pp. 14-15).

Stirling y colaboradores (1999) aportan las siguientes definiciones sobre las nociones de incertidumbre e ignorancia para la sociedad del

riesgo: “la incertidumbre se refiere a las situaciones en las que se conocen las consecuencias de introducir una determinada tecnología, pero en la que no se pueden conocer las probabilidades de que se puedan presentar tales consecuencias” (p. 50).

Natenzon (1995) igualmente asegura que, en las distintas ópticas desde las cuales se pueden analizar posibles problemáticas producto de riesgos tecnológicos se estudian particularmente la técnica y la política, se observa la falta de respuestas y puntuales medidas que condicionen los riesgos asociados a la introducción de la tecnología. En el caso estricto de la contaminación electromagnética, la integración de intereses en los conflictos ocasionados por la introducción de ETBM en el interior de centros urbanos, viene a dar una solución a la incertidumbre, precisamente, incluyendo al número total de partes interesadas y actores involucrados en la participación democrática y en la introducción de medidas de prevención y mitigación.

Además, desde la óptica institucional, en Colombia se manifiesta el temor al riesgo tecnológico, producto de la instalación de EBTM en centros altamente poblados, expresamente en sentencias como la T-1077-12 (Corte Constitucional de Colombia, 2012) con la utilización del principio de precaución. Principio consagrado en la Declaración de Río que antepone el bienestar del ambiente y la salud de las personas ante intereses particulares.



## CAPÍTULO 2

# La Biodiversidad como bien jurídico tutelado

En este capítulo es importante definir lo que son la *biodiversidad* y el *bien jurídico tutelado*. La primera hace referencia a toda diversidad biológica en las diferentes formas de vida existentes en el planeta. Es decir, que entre esas formas y variedades de vida se encuentran todos los ecosistemas terrestres, así como los ecosistemas marinos, las especies animales y vegetales que se encuentran en la naturaleza y los diversos complejos ecológicos (Halffter, 1995). El segundo, es descrito como un derecho que se encuentra legítimamente tutelado por el ordenamiento jurídico, ya sea por vía constitucional o legal. En el instante en que el bien jurídico es transgredido por la actuación u omisión de una autoridad, recae en cabeza del titular la facultad de acceder a la jurisdicción competente para hacer cesar la situación que lo vulnera. Entonces, para que se configure, el derecho debió previamente ser trasgredido positiva o negativamente por la autoridad y, como consecuencia de dicho actuar, ocasionar un daño o perjuicio al titular del derecho (Kierszenbaum, 2009).

Ahora bien, la biodiversidad como bien jurídico tutelado, se entiende como la protección de la vida en sus diversos aspectos, no solo la vida del ser humano, sino la vida en general: animal y vegetal (Muñoz, Núñez y Yáñez, 1997). Los mencionados bienes han contado con una protección a través de diversas legislaciones, sin importar el tipo de sociedad. Sin embargo, con el paso del tiempo, la humanidad se percató de la insuficiencia proteccionista de los bienes ambientales que necesitaban con premura un amparo integral.

De ahí que existan diversos factores que amenacen la estabilidad del medio ambiente y, por ello, es imperativo que su protección sea rigurosa y eficaz por parte de los Estados. Si el medio ambiente es sano, la probabilidad

El estado constitucional de derecho en Colombia y su incidencia en el sistema jurídico

de preservar la vida de personas, animales y plantas, aumenta (Muñoz *et al.*, 1997).

Cabe señalar que el medio ambiente es el sustrato de la vida en el planeta y, por ende, es considerado un bien jurídico tutelado. Esto implica que sea necesaria su protección por parte de los Estados, de los entes internacionales y de la población civil. La protección del medio ambiente debe ser superior a lo dictado en normas jurídicas, de tal manera que, si se lesiona o deteriora, se imponga al perpetrador la correspondiente sanción correctiva. Además, requiere adicionalmente una serie de reglas específicas con el fin de que se establezcan los lineamientos que deben acatar los Estados (Grohmann, 1997).

### **Las condiciones de deterioro ambiental desde la revolución industrial**

Una vez finalizada la revolución industrial, surgen nuevas formas de producción industrial, lo que trae como resultado una serie de cambios en la forma de vida de las personas –productores y consumidores– (Bell, 1976).

Así, el incremento en la producción de las diversas industrias, la agilización en el transporte, la producción y uso de maquinaria a vapor, las transformaciones en el régimen laboral, entre otros, son algunos de estos cambios. Cabe anotar que, con el paso del tiempo esta clase de virajes generaron problemas socioeconómicos, diversas luchas sociales, reivindicaciones y, en especial, problemas ambientales a nivel global (Muriel, 2005).

La revolución Industrial, por ende, coadyuvó a que la sociedad cambiara la manera de desarrollar sus actividades cotidianas. Los avances técnicos y tecnológicos permitieron que la producción de bienes y servicios tuviera un alcance significativo en los modelos de consumo (Álvarez, Sarabia y Alfaro, 2002).

De la mano de estos avances productivos, para Lavell (1999), en este contexto, se percibió un alto nivel de migración de personas del campo hacia las ciudades. Con este traslado geográfico se desataron graves problemas de hacinamiento, en condiciones inhumanas para algunos, y el descuido de los cultivos agrícolas.

Era de esperarse con esta transposición socioeconómica que el medio ambiente se viera afectado negativamente. El uso acelerado y desmedido de sustancias tóxicas en los procesos de producción, debilitaron el ecosistema natural del planeta. La exploración, explotación y posterior utilización de elementos no renovables –combustibles fósiles, minerales, etc. –, y el agotamiento de recursos energéticos y biológicos, facilitaron la degradación ambiental.

En el mismo sentido, la biodiversidad es socavada por el maltrato irracional del ser humano. La contaminación de aguas superficiales trajo consigo enfermedades y un elevado número de muertes animales y vegetales. En efecto, la subsistencia de las especies se vio entredicha por la alta demanda de productos nocivos para el medio ambiente (Barceló y López, 2008).

Además, la contaminación de la atmosfera y de los suelos son las causas principales del calentamiento global. Se han visto lesionados los diversos ecosistemas y hábitats naturales de cuantiosas especies; este problema surge por la acumulación de residuos industriales y a su inadecuado tratamiento (Muriel, 2005).

Finalmente, la explotación de diversas minas de metales, verbigracia, el plomo o el estaño, ha contribuido a la contaminación y al consecuente envenenamiento de las fuentes de agua potable –ríos, quebradas, manglares y otros–. Por lo tanto, el ambiente ecosistémico se ha vulnerado y esto se ha manifestado con el cambio climático (Barceló y López, 2008).

### **La Declaración de Estocolmo: el antes y después**

Antes de la Declaración de Estocolmo, la población mundial no era consciente del daño que muchas de sus acciones generaban al medio ambiente. El desarrollo científico, tecnológico e industrial nunca se orientó a la preservación o a la estabilidad ambiental del planeta; por el contrario, existía el afán de innovar y de crear nuevos productos para monetizar las ganancias de las grandes industrias.

Las diversas industrias en la elaboración de nuevos productos utilizaron desmedidamente materiales que actualmente se consideran poco amigables con el medio ambiente: materiales incorrectos, con un amplio periodo de degradación que, individual o en mezcla con otros, producían

entre otras cosas, gases nocivos para la salud de los ciudadanos y para el medio ambiente. Pero el problema no radicaba únicamente en los materiales empleados en las invenciones de la industria, también, en los productos finales. Se originaba con ellos un problema ambiental debido a los vacíos normativos que no permitían una regulación eficaz de la degradación de estos productos y la contaminación después del uso (Muriel, 2005).

Es decir, con anterioridad a la Declaración de Estocolmo, los residuos industriales, farmacéuticos, metálicos y los generados por la población en general no eran sometidos a un estricto y cuidadoso proceso de manipulación. Se vertían en sitios no aptos, como en lugares a la intemperie, o en ocasiones eran incinerados. De ahí que se formaran gases nocivos para la salud humana y graves daños en la capa de ozono y en el medio ambiente (Romero, Olite y Álvarez, 2006).

Debido a lo expuesto en los párrafos anteriores y a otros factores de riesgo ambiental, se suscribe la Declaración de Estocolmo en el año 1972. Con este convenio se dio paso a la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales, con fundamento en el principio de la cooperación internacional.

Esta Declaración nace de la conferencia ofrecida por las Naciones Unidas entre el 5 y el 16 de junio de 1972, en Estocolmo, Suecia. Este documento es considerado el primero en la historia de la humanidad en resaltar la importancia de crear una ley internacional que regule temas ambientales.

Los Estados parte se comprometieron a trabajar mancomunadamente para salvar el planeta, bajo el plan de aplicación de las decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. En el cuerpo de la Declaración de Estocolmo se encuentran las disposiciones de los ajustes institucionales internos que deben incorporar los Estados para enfrentar las graves amenazas y peligros que violenten el medio ambiente, como se muestra a continuación.

En un primer lugar se encuentra que debido a los diversos avances científicos y tecnológicos desarrollados por el hombre a lo largo de su existencia, este ha tenido la posibilidad de transformar de diversas maneras su entorno, a partir de elementos naturales y artificiales. Elementos que son esenciales para su supervivencia y para que pueda gozar de sus derechos. Si

las transformaciones no se ejecutan correctamente, pueden generar daños indiscriminados e incalculables al medio ambiente y al ser humano. Se aumentan, por ende, los niveles de contaminación y sus efectos devienen en un peligro inminente para los recursos naturales, tales como el agua, el aire, la tierra y las diversas especies (Romero *et al.*, 2006).

En segundo lugar, se estipula el deber de los Estados de proteger y mejorar el medio ambiente. Adicionalmente, se contempla que los países en desarrollo deben propender por la salvaguarda y la mejora del medio ambiente. Y con referencia a los países industrializados, se estatuye que estos deben procurar la minimización de los problemas ambientales relacionados con la industrialización y el desarrollo tecnológico.

Además, se plantea la necesidad de terminar con la ignorancia y con la indiferencia de problemáticas ambientales, debido a que ese desconocimiento provoca daños irreparables en el medio ambiente. Por ende, es imperativo que se fomente la educación ambiental a fin de que las acciones de la población sean prudentes y el manejo de los recursos sea sostenible. Se fija, así, una meta fundamental similar a la paz y al desarrollo económico y social de la humanidad.

Es necesario que tanto los ciudadanos como las comunidades, las empresas y las diversas instituciones participen en la labor común de preservar el medio ambiente, mediante el cumplimiento de los principios y valores necesarios para sostenerlo. Por consiguiente, se pone en cabeza de los Estados y de la cooperación internacional, la obligación de expedir normas y de aplicar medidas para la protección del medio ambiente.

De igual forma, en esta Declaración se consagran una serie de principios, los cuales deben permanecer en un primer plano dentro de las actuaciones de la comunidad internacional; y enmarcar los deberes y las obligaciones de los Estados frente a su responsabilidad de proteger el medio ambiente.

Uno de los principios, por un lado, contempla la obligación de proteger y mejorar el medio ambiente; incluso determina que el uso de los recursos naturales por parte de las generaciones presentes y futuras debe basarse en los estándares de la sostenibilidad. Por otro lado, inculca el deber a los gobiernos de implementar políticas que condenen actos que



promuevan la segregación racial, la discriminación, la opresión colonial y las diversas formas de opresión y de dominación extranjera.

Así mismo, la Declaración de Estocolmo incluye en sus disposiciones la obligación rigurosa de planear y ordenar los actos para la preservación del medio ambiente: el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna deben mantenerse incólumes, generación tras generación. También, considera prioritaria la restauración y el mantenimiento de la tierra, con plazos desprovistos de excusas, en aras de mejorar la capacidad de producción de los recursos naturales renovables (Romero *et al.*, 2006).

Además, ante la recurrente y constante amenaza ambiental, y el grave peligro que representa la combinación de factores adversos, el hombre adquiere la responsabilidad de preservar y administrar la flora y la fauna silvestres, así como su hábitat, para lo cual debe planificar la inversión económica con tal de conservar la biodiversidad.

En cuanto a las sustancias tóxicas y a los diversos materiales que liberan calor, se precisa que los Estados adquieren una obligación de darles el tratamiento respectivo. En el proceso del manejo de desechos tóxicos y de los agentes contaminantes se requiere especial cuidado y atención, motivo por el cual se deben establecer modelos de degradación para que la descarga medioambiental sea segura y neutralizada.

De manera análoga, el convenio celebrado indica que es deber de los Estados incluir en sus políticas e instrumentos jurídicos, las medidas necesarias para impedir y contrarrestar la contaminación de los mares. Las sustancias que pongan en peligro la salud pública, además de las que pongan en riesgo la sostenibilidad de los recursos vivos y la vida marina, figuran como un aspecto primordial que se debe tratar para frenar el menoscabo cultural. Es importante que las diversas actividades de esparcimiento humano en zonas marítimas permanezcan en un estado de completa armonía, lejos de deficiencias que puedan alterar la estabilidad de generaciones futuras.

Con sano criterio, los Estados en desarrollo y parte de este convenio, dentro y fuera de los límites de su soberanía, deben armar un esquema lógico, coherente y sustentable en donde se apliquen los elementos esenciales del saneamiento medioambiental. Los procesos económicos y los ecológicos deben ejecutarse de manera concomitante, bajo condiciones que estabilicen

los precios del mercado. De manera tal, que si las materias primas que son amigables con el medio ambiente tienen un precio asequible; entonces, la producción de bienes derivados de ellas se incrementa exponencialmente.

Asimismo, se determina que los países desarrollados deben comprometerse en solidaridad con los que no lo son. Dentro de sus planes de desarrollo, en definitiva, deben destinar recursos para la conservación y mejoramiento del medio ambiente; y partidas presupuestales dirigidas a una asistencia técnica y financiera internacional. Se invita a revisar, teniendo en cuenta las circunstancias y las necesidades especiales de cada país, los instrumentos jurídicos, políticos, económicos y sociales, a fin de estimar los recursos suficientes para la sostenibilidad del medio ambiente.

Conviene destacar que a los Estados les corresponde adoptar una planificación estratégica de los asentamientos humanos. Corresponde, desde luego, que la zonificación urbana y rural se adecúe a los estándares de conservación y preservación del medio ambiente. La protección de la biodiversidad y de los complejos ecológicos es prevalente en la intervención catastrófica y dañina del ser humano. Así, el estudio, trámite y expedición de los permisos de urbanización tienen que seguir un estricto filtro de validación, en cumplimiento con las normas de amparo a la naturaleza y al medio ambiente.

Por cierto, desde una perspectiva cuantitativa de la población humana, las trazas de los Estados necesitan vincular técnicas ambientales de desarrollo sostenible. Realizar un análisis demográfico es básico para crear disposiciones reglamentarias de protección y preservación de la naturaleza. Si hay un crecimiento demográfico en franjas de riesgo ambiental, la intervención estatal debe ser expedita para garantizar un adecuado tratamiento de los recursos naturales.

Se advierte que la educación es fundamental para que la población humana cree conciencia de las problemáticas medioambientales. A través de la gestión de las entidades y autoridades competentes, se pueden llevar a cabo planes que orienten a un adecuado manejo de los recursos naturales. Por ello, es indispensable dirigir con enfoque ambiental a los niños, jóvenes, adultos y adultos mayores para que cuenten con herramientas que contribuyan a mermar la ignorancia que impacta negativamente sobre el medio ambiente.

Al lado de esto, la información de los diferentes actores de un país –instituciones, empresas, personas naturales, entes gubernamentales y no gubernamentales– es crucial para el empoderamiento del sentido de responsabilidad medioambiental. Los medios masivos de comunicación, en coordinación con el Estado, cumplen un papel determinante en la formación del ciudadano; ya que la difusión de información educativa contribuye a la defensa de los intereses ambientales nacionales e internacionales.

En la misma línea, según lo estipulado en la Carta de las Naciones Unidas y conforme a los principios del derecho internacional, los Estados son soberanos respecto a la explotación de sus recursos, a aplicar una oportuna política ambiental; al igual que la obligación de asegurar que las actividades que se realicen en su ámbito jurisdiccional no perjudiquen su medio ambiente o al de otros Estados.

Dentro de la esfera internacional, los Estados cuentan con el principio de cooperación, que les da acceso a la facultad de endilgar la responsabilidad a los sujetos activos del maltrato medioambiental. Seguido de la posibilidad de exigir la indemnización para las víctimas de la contaminación y de los demás daños ambientales causados dentro o fuera de los límites de sus territorios.

Sin embargo, para la aplicabilidad de las normas y criterios internacionales, es esencial estudiar la estructura de valores de cada país. Esto, por la marcada diferencia social, cultural y económica que tiene un país desarrollado con otro en desarrollo. La adecuación normativa e institucional debe tener un carácter progresivo para que no haya un desbalance en el Estado que requiere de esta integración. Entonces, antes de someter a un Estado a acatar las obligaciones medioambientales, es relevante estimar la capacidad de adaptación y no desbordar los niveles de estabilidad social.

No se puede olvidar, de acuerdo con la Declaración, que los tratados y acuerdos bilaterales o multilaterales coadyuvan a la integración medioambiental. Se admite que los países quedan investidos bajo la soberanía y los intereses internacionales, del poder de control, mitigación y exclusión de las conductas que perjudican el medio ambiente.

Finalmente, las armas de destrucción masiva es un tema que preocupa a los Estados parte de la Declaración. Es conveniente, por la seguridad ambiental y la del hombre, suprimir toda amenaza que atente contra la

integridad del planeta. Se precisa, por consiguiente, que las armas nucleares y de alto poder destructivo sean descartadas como mecanismos de ataque entre Estados. Mediante acuerdos internacionales es viable la desestimación de instrumentos perjudiciales para la biodiversidad y el ser humano.

Luego de la Declaración de Estocolmo, los diversos países que participaron establecieron métodos para incentivar la creación de normas internacionales, y de esta manera, preservar, recuperar y proteger el medio ambiente. Por lo tanto, cada Estado se comprometió a adoptar las prerrogativas internacionales en su legislación interna, también, a instaurar políticas amigables con el medio ambiente. Incluso, los Estados dispusieron del castigo o sanción a quien genere un daño a los diversos ecosistemas (Bonil, Calafell, Granados, Junyent y Tarín, 2012).

Así pues, no solo se toman medidas para la protección del medio ambiente, sino también, para la protección de la vida vegetal, animal y humana (Halffter, 1995). La preservación de las especies endémicas y las que están en vía de extinción, y la reforestación deben ser enlistadas dentro las prioridades de los planes de desarrollo ambiental de los Estados. El equilibrio ambiental es la fuente del bienestar social, interesa, por ello, establecer medios de apoyo que realcen el compromiso de sostenibilidad.

### **Biodiversidad y su aplicación en Colombia**

La biodiversidad es entendida como aquella variación de seres vivientes, existente en un lugar determinado. El análisis de la biodiversidad puede ser circunscrito a territorios locales, regionales, nacionales o globales. Al lado de ello, la taxonomía de la biodiversidad se reduce a círculos genéticos, ecosistémicos, poblacionales, entre otros (Rangel, 2005).

En este mismo sentido, la variación de seres vivientes puede contemplarse a partir de componentes físicos, estructurales y funcionales. La diversidad de la vida se representa, también, desde las colectividades, los paisajes y las biotas en general (Andrade y Ruiz, 1992; Álvarez y Rodríguez, 2013).

Colombia, en correspondencia con su interés de conservar y apreciar la biodiversidad, además, en su afán de protegerla y evitar la desaparición de los ecosistemas; expone el documento Política Nacional de Biodiversidad –PNB– en 1996. A través de este, se exalta la preocupación por mitigar y

disminuir los riesgos que atenten contra la fauna y flora colombiana. En 1998, describe con el documento no oficial, Colombia Biodiversidad Siglo XXI, las pautas para adelantar actividades institucionales de mantenimiento, preservación y conservación del medio ambiente y de su biodiversidad.

No obstante, para el año de 1994, Colombia ya había ratificado mediante la Ley 165 del mismo período, el Convenio sobre Diversidad Biológica –CDB–, tratado internacional que apunta fundamentalmente a conservar, bajo la lupa de la sostenibilidad, la biodiversidad y a dar un trato equitativo a la distribución de recursos naturales y genéticos utilizados. El CDB fue elaborado en la Cumbre de la Tierra en 1992, celebrada en Río de Janeiro; y entró en vigor en diciembre 23 de 1993.

En 2010, los Estados parte del CDB acogen algo nuevo: El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Por medio de este se elaboran acciones estratégicas decenales dirigidas a la protección de la biodiversidad y a consolidar beneficios para el hombre. Dentro de este plan se establecen veinte objetivos o metas de construcción de la diversidad biológica y una articulación institucional para llevarlas a cabo; estas metas son llamadas *Metas de Aichi para la Diversidad Biológica*.

De ahí que, el CDB y el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica hayan exigido a los Estados Parte su inclusión en los sistemas internos. Se les indica a las partes que instituyan internamente Estrategias y Planes de Acción Nacionales en Materia de Diversidad Biológica –EPANB–. Con las EPANB se busca asegurar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas con las metas del Convenio, dentro del territorio, en todos los niveles – nacional, seccional y local–. A su vez, se enfatiza en la participación de todos los actores sociales, para conjurar la aplicación de las estrategias técnicas establecidas, con miras a un pleno desarrollo y sostenimiento de la diversidad biológica.

Colombia, por su lado, se ha comprometido con la tarea de conservar y utilizar sosteniblemente la diversidad biológica (Andrade, 2011). Por eso, además de manifestar sus directrices públicas en la Política Nacional de Biodiversidad –PNB– en 1996, también dedicó sus esfuerzos en actualizarlas. En 2012, por intermedio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expuso una retroalimentación, revisión y modernización del PNB; publicó

la Política Nacional para la Gestión Integral para la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos –PNGIBSE–.

La PNGIBSE propone un trabajo significativo en el método de abordaje de la biodiversidad y de los ecosistemas. Un trato integral de la naturaleza a través de información basada en cómo preservarla, mitigarla, restaurarla y usarla sosteniblemente; inmanente a ello, el respeto, la protección y garantía de un medio ambiente sano, con la biodiversidad como origen transcendental del progreso de Colombia. Se añade que, el mantenimiento de los sistemas socio ecológicos y la renovación deben orientarse a una estabilidad social y ambiental, con amplia cooperación del sector público y del sector civil.

Cierto es que Colombia ha adoptado con firmeza la decisión de emprender el cuidado de la biodiversidad y de los recursos ecosistémicos. Con el CDB (1992), el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología (2000), el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación en los Beneficios (2010), la PNB (1996), la PNGIBSE (2012) y otros instrumentos regulatorios y directivos de orden nacional e internacional, el país se ha mantenido en la convincente meta de recuperar, abastecer y alimentar la biodiversidad y los ecosistemas que la habitan.

### **Preceptos constitucionales de la biodiversidad**

La Constitución Política de Colombia de 1991 preceptuó la facultad que tienen los ciudadanos a gozar de un ambiente sano –artículo 79–. Con este derecho, surge dinámicamente la obligación del Estado de proteger la biodiversidad: mediante los mecanismos idóneos en la materia, el Estado es portador del deber, por un lado, de salvaguardar las áreas que sean consideradas de gran importancia ecológica y, por otro lado, de incentivar y promocionar la educacional ambiental en la comunidad.

Mediante una estrategia de planificación, el Estado colombiano ajusta los respectivos medios para la fundamentación de un constructo social de prevención, preservación y respeto a la diversidad ecológica y a los ecosistemas, teniendo en cuenta el artículo 80 de la Carta Política. Controlar los factores que puedan desencadenar el deterioro ambiental es una labor esencial, por lo que no puede haber espacio a una insidiosa

política ambiental. Tampoco se puede indultar a quienes han estropeado la biodiversidad y los *entes ecosistémicos*; la imposición de sanciones y la posterior reparación por el daño causado favorecen a un enfoque socio-ambiental.

En Colombia, es un deber constitucional para los habitantes del territorio en los términos del artículo 95 constitucional, resguardar los recursos naturales del país y propender por la estabilidad de un ambiente sano. Entonces, se demanda la armonía de actos planeados y coordinados hacia un territorio definido y hacia un tejido social responsable. Exterminar los sucesos perjudiciales del medio ambiente depende de las obligaciones, funciones y competencias atribuidas a los entes públicos y a los deberes que los colombianos adquieren cuando se adscriben al Estado.

De igual modo, a la propiedad en Colombia a la que refiere el artículo 58 de la Constitución se le ha impuesto una carga ecológica. Ante la preocupación por el deterioro ambiental, los ciudadanos deben patrocinar actos conductuales partidarios con la biodiversidad y los ecosistemas nacionales. El ejercicio del derecho de propiedad y del derecho a la propiedad es un presupuesto para obligarse a ser responsables con los intereses ambientales generales; así pues, los bienes adquiridos por los particulares son un recurso económico que no debe comportar un menoscabo a la biodiversidad del país.

Adicionalmente, la Contraloría General de la República (artículo 267 C.P. ), mediante el control fiscal, el cual es considerado como una función pública de control y vigilancia, ejecuta el mandato constitucional de inspeccionar las actividades de la administración y pondera con criterios técnicos los costos ambientales que se derivan de los resultados de la gestión administrativa del Estado. Inclusive, se pone en manos del contralor general (Constitución Política de Colombia, 1991, art. 268), informar anualmente del estado del medio ambiente y de los recursos naturales presentes en el territorio colombiano y en el fronterizo.

Con todo y lo anterior, la Constitución Política también delega expresamente en algunos de sus entes y funcionarios la protección medioambiental, entre ellos: el contralor general de la república, los consejos municipales, los municipios, los distritos, etc.; quienes según los parámetros constitucionales tienen el deber de comandar y gestionar, en

debida forma, las políticas públicas que eliminan la injerencia de elementos nocivos en los ecosistemas y en la diversidad biológica.

Finalmente, la exploración y explotación de los recursos naturales deben ser controladas y vigiladas por el Estado (Constitución Política de Colombia, 1991, art. 334). Este encargo constitucional, además, orienta la necesidad de un uso adecuado del suelo, con el fin de mejorar la calidad de vida de quienes habitan el territorio nacional; puesto que mediante el despliegue y la preservación de un ambiente sano, se logra una Colombia con ascenso social, económico y cultural.





## CAPÍTULO 3

# Aproximación al electromagnetismo y a las antenas de telecomunicaciones

El electromagnetismo aparece por los descubrimientos de estudiosos de la ciencia eléctrica y magnética, en el siglo XIX, que, a su vez, dieron inicio a la revolución electromagnética: el descubrimiento de Oersted y Ampere en lo que tiene que ver con las pruebas de corrientes eléctricas y sus efectos magnéticos en 1820, el uso de los campos magnéticos para generar corriente eléctrica por Faraday en 1831, quien también introduce el término de campo; la pila eléctrica inventada por Volta en 1800 y las teorías electromagnéticas de Maxwell en los últimos años de ese siglo (Beléndez, 2008).

Ahora bien, el campo eléctrico es aquél que produce fuerzas que impactan sobre las cargas eléctricas y que al mismo tiempo nace en presencia de ellas. El campo magnético al igual que el eléctrico opera sobre las mismas cargas, pero contrasta en su formación porque necesariamente debe haber como mínimo una carga eléctrica en movimiento. Por lo tanto, de la presencia concurrente de estos dos campos se origina el campo electromagnético capaz de permear cuerpos con sus ondas. Los campos electromagnéticos son, en su mayoría, generados por artefactos elaborados por el hombre, verbigracia las antenas, las líneas de transmisión de energía eléctrica, etc. (Cabal, Otero y Acuña, 2005).

Por un lado, la radiación electromagnética no ionizante es aquella que no altera el material genético y emana de las antenas de radiofrecuencia – RF– de alta o baja potencia que operan los servicios de radio base y telefonía móvil. La función de las redes móviles es la transmisión de señales de radio entre la terminal inalámbrica y la antena más próxima (García, 2004).

Por otro lado, y para el caso que nos ocupa, la noción de antena es la de ser un dispositivo de estructura metálica con la capacidad de

emitir y percibir ondas electromagnéticas del exterior. Por eso, la función de una antena es tomar las ondas electromagnéticas dirigidas por una red de transmisión y transformarlas en ondas que tienen la propiedad de irradiar energía al espacio. Del tamaño de la antena dependerá la banda de frecuencias con la que funcionará durante la recepción o transmisión de ondas, que viajan a una velocidad de difusión de aproximadamente 300 000 km/seg. Las antenas pueden clasificarse según su *directividad* de irradiación en *omnidireccionales* – en todas las trayectorias del plano horizontal –; *sectoriales* – en un área determinada - y *direccionales* –para larga distancia – (Monachesi, Frenzel, Chaile, Agustín y López, 2011).

Según estudios científicos y epidemiológicos, la exposición a campos electromagnéticos trae efectos nocivos para la salud del ser humano (cáncer, cambios comportamentales y otros) y afecciones a los seres biológicos. Aunque aún no hay certeza de si las emisiones de baja intensidad de estos campos producen los mismos efectos que los de alta intensidad, los científicos y algunas instituciones se unen con el objetivo de estandarizar las normas que aseguren un bienestar pleno. Para contemplar los límites de exposición a las ondas no ionizantes, emitidas por antenas de telecomunicaciones, en estas normas se recurre a la '*tasa de absorción específica*', definida como la cantidad de dosis absorbida por los cuerpos para establecer los efectos biológicos (Skvarca y Aguirre, 2006).

### **Una primera aproximación**

Desde que el ser humano modifica su ambiente por medio del uso de herramientas, es posible hablar del origen de la contaminación ambiental. La aparición de la agricultura en el Neolítico trajo consigo la conversión de suelos para incrementar la superficie cultivable, incrementar el área para la domesticación de animales y la organización de poblados, esto sería un hito al considerar que dicha actividad traería consigo repercusiones para el medio (Fundación MAFPRE, 1994). La revolución agrícola hizo posible aumentar la disposición de alimento y el establecimiento de comunidades en terrenos para cultivar la tierra, lo que se traduciría en una explosión demográfica de la población y un mayor uso de recursos (Harari, 2014).

Posteriormente, la revolución industrial iniciada en el siglo XVIII en Inglaterra se caracterizó por la aparición de nuevas técnicas de producción y comercio, que trajeron como resultado graves consecuencias para la

relación ser humano-medio (Fundación MAFPRE, 1994). Este periodo generó beneficios económicos y sociales, pero trajo consigo una estela de contaminación del aire y del agua junto con el uso de tecnologías sucias para desarrollar procesos. Con la máquina de vapor empieza el uso masivo de los combustibles fósiles, más adelante vendría el tren y el uso del acero, la electrificación y uso de químicos, los automóviles y el uso de petroquímicos, y las tecnologías de la información (Rodríguez, 2019).

La concentración de la población en urbes dio lugar a un aumento en el consumo de materia y energía, de materias primas y de recursos, haciendo énfasis en que en ese entonces no se hablaba de la existencia de los límites ecológicos (Rodríguez, 2019).

La contaminación aumentaba, entendiéndola como “la introducción de una serie de sustancias y/o energías en unas concentraciones tales que podían ocasionar, por un lado, daños directos a la salud humana y al medio y, por otro, efectos perjudiciales a largo plazo”. Los primeros efectos se observaron sobre la población trabajadora por la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos (Fundación MAFPRE, 1994).

La contaminación tiene diferentes orígenes: puede ser el resultado de un derrame accidental, de descargas tóxicas o puede ser un subproducto de actividades económicas y sociales como cultivos, manufactura de artículos, construcciones, suministro de energía y transporte; así como también puede ser producto de funciones biológicas. Como se mencionó anteriormente, el crecimiento de la población ha demandado más recursos, entre estos se encuentran productos químicos orgánicos sintéticos no degradables que se acumulan en el medio trayendo graves consecuencias (Nebel y Wright, 1999).

Las alteraciones que producen los contaminantes pueden ser estéticas cuando la cantidad de un contaminante sólido altera un bosque o el exceso de gases no permite visualizar el horizonte. También puede dañar un ecosistema cuando tiene repercusiones sobre la fauna y flora, y genera cadenas de extinción o disminución de las poblaciones. Por último, puede tener consecuencias negativas en la salud, como ocurre en fuentes hídricas que están contaminadas y producen enfermedades en la comunidad (Nebel y Wright, 1999).

Conforme avanzan las investigaciones, se ha demostrado el efecto de ciertos contaminantes sobre la salud humana, de los cuales algunos se han prohibido o regulado. (Zuluaga, Valencia y Ortíz, 2009). Para finales del siglo XIX, los resultados de diferentes estudios evidenciaron que la exposición ocasional a ciertos químicos y sus mezclas tenían efectos carcinogénicos (Oliveira *et al.*, 2007). Actualmente, la preocupación por el tema ambiental no solo se ve desde el punto de vista de la ciencia, sino que se ha convertido en una prioridad política y social cuyo objetivo es el control y la reducción de contaminantes con el fin de evitar un mayor deterioro del medio (Fundación MAFPRE, 1994; Alfonso, 2016).

Para ejemplificar esto, la contaminación del aire en ciudades proviene de fuentes fijas y móviles. Las primeras, provenientes de la industria, los desechos domésticos, las combustiones y los agroquímicos; y las segundas, producidas por el parque automotor. Los principales contaminantes son el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro, benceno, butadieno y humo de motores diésel entre otros (Estrada *et al.*, 2016).

De igual forma, los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos se han generado como un subproducto de la industria eléctrica y su infraestructura (Torres y Alzate, 2006). Con el descubrimiento de los rayos X, en 1885, por el físico alemán Roentgen y las posteriores investigaciones de Marie Curie, quien le dio el nombre de radioactividad a este tipo de energía; se empezó a innovar en este campo y más adelante a investigar sobre sus efectos sobre la salud, debido a la creciente contaminación electromagnética (Alfonso, 2016).

### **Los agentes mutagénicos**

La existencia de una gran variedad de mezclas ambientales complejas tales como contaminantes provenientes de fuentes industriales, mezclas del humo de cigarrillo, residuos de petróleo y emisiones vehiculares, entre otros, ponen en riesgo la salud de la sociedad actual (Zuluaga, Valencia y Ortíz, 2009). Dichos problemas se presentan cuando hay una exposición de un contaminante bajo circunstancias específicas. Por ejemplo, la exposición a contaminantes complejos presentes en alimentos o en el agua, así como el consumo de cigarrillo, están relacionados con el desarrollo de cáncer como resultado de la acumulación de mutaciones que bajo ciertas condiciones pueden iniciar un proceso de carcinogénesis (Ortiz, Peláez,

Orozco y Zuleta, 2012; Wogan, Hecht, Conney y Loeb, 2004; González, Bermeo, Laverde y Tafurt, 2019).

Por una parte, un contaminante tóxico es aquel que tiene un efecto sobre un sistema biológico. En algunos casos, este efecto puede manifestarse únicamente como irritación en un tejido o célula, y en ocasiones puede causar la muerte de éstos o incluso del individuo. Las formas de dichos contaminantes pueden ser las formas de energía como calor y radiaciones, toxinas y vegetales o productos que contengan cierto tipo de sustancias (Alfonso, 2016).

Por otra parte, los agentes genotóxicos se consideran un tipo particular de contaminante tóxico. Su interacción puede ser de forma directa o indirecta con el ADN y produce alteraciones en el material genético o en los componentes asociados, cuyas consecuencias pueden ser mutaciones o la intervención en procesos enzimáticos. De acuerdo con el tiempo de la exposición a estos agentes, los efectos pueden variar: a corto plazo, irritación de los ojos y vías respiratorias, dolor de cabeza, trastornos, pérdida de coordinación, mareos, náuseas, fatiga, reacciones alérgicas y trastornos de memoria; a largo plazo, lesiones en el hígado, riñones y sistema nervioso central (Zuluaga, Valencia y Ortiz, 2009; González *et al.*, 2019).

Los contaminantes tóxicos pueden clasificarse de acuerdo con su efecto en mutágenos, carcinógenos y teratógenos. Los contaminantes mutágenos se conocen por alterar la actividad celular como resultado de una mutación en el material genético que genera un funcionamiento inadecuado de la célula. Este tipo de contaminantes se encuentran en el aire, suelo, sedimentos, alimentos y agua; y están contenidos en mezclas que, aunque lleguen a la población en cantidades pequeñas, tienen un efecto sobre la salud. Algunos de los mutágenos son los hidrocarburos policíclicos aromáticos y aminas heterocíclicas, entre otros (Zuluaga, Valencia y Ortiz, 2009).

En cuanto a los carcinógenos, son compuestos con la capacidad para desencadenar el proceso de desarrollo de cáncer en animales y seres humanos, actuando sobre los órganos o tejidos bajo condiciones determinadas (Oliveira *et al.*, 2007). Los factores de riesgo a su vez se clasifican en exógenos y endógenos. Los exógenos incluyen los hábitos nutricionales como, por ejemplo, la preservación de la comida y su preparación, el estatus

socioeconómico, el estilo de vida, los agentes físicos como la radiación ionizada y no ionizada, los compuestos químicos naturales y sintéticos, y los agentes biológicos (*Helicobacter pylori*, virus del papiloma humano). Por lo tanto, un estilo de vida poco saludable acompañado del consumo de alcohol y tabaco, y la ingesta de cierto tipo de alimentos están relacionados con la incidencia de neoplasias en algunos grupos de la población. Los factores endógenos incluyen daños en el sistema inmune, edad, genética, balance endocrino y condición física (Oliveira, *et al.*, 2007; González *et al.*, 2019).

Diferentes estudios han demostrado que las radiaciones no ionizantes pueden tener un efecto sobre el material genético. Sin embargo, de acuerdo con el estudio realizado por Torres y Álzate (2006), en el cual se expusieron organismos vivos a fuentes de contaminación electromagnética a frecuencias extremadamente bajas, no existe evidencia para afirmar que estos son iniciadores del proceso de transformación neoplásica y ocasionan alteraciones en la estructura del ADN. En el caso de que estos campos pudiesen ser cancerígenos, lo serían actuando como promotores, es decir, acelerando el crecimiento de células con un daño genético anterior.

De acuerdo con los estudios realizados por Beremblum y Shubik (como se citaron en Oliveira *et al.*, 2007) la acción carcinogénica de ciertas sustancias es capaz de convertir células normales en células neoplásicas. Este proceso se da en dos fases, la primera, llamada iniciación, en la que las sustancias químicas inducen diferentes tipos de cáncer como producto de la alteración genética que produce el químico, seguido de una segunda fase, promotora, en la que la sustancia química aumenta la incidencia del cáncer una vez ha ocurrido la enfermedad. Algunos ejemplos de este tipo de agentes son el asbesto, cromo y benceno entre otros (Zuluaga, Valencia y Ortíz, 2009).

Por último, los agentes teratógenos dañan directamente al feto, ya que los efectos de estas sustancias ocasionan anomalías en las estructuras u órganos, un deficiente funcionamiento metabólico y químico, y el retardo mental. La dioxina, el mercurio orgánico y arseniato de sodios son algunas de las sustancias que hacen parte de esta categoría (Zuluaga, Valencia y Ortíz, 2009).

En el caso de los contaminantes ambientales y su relación con las mutaciones, la hipótesis que presentan algunos estudios consiste en que la mayoría de los cánceres se deben a factores ambientales, al no encontrar un alto número de casos reportados en los que la procedencia sea de carácter hereditario por transmisión de mutaciones en genes de células germinales. Dichos estudios, del tipo observacional y experimental, concluyen que existen pocos casos en los que el cáncer sea heredado de una generación a otra por mutaciones en genes de la línea germinal. Las mutaciones acumuladas en células germinales pueden incrementar la presencia de enfermedades hereditarias, mientras que la acumulación de mutaciones en células somáticas está relacionada con la aparición de cáncer (Zuluaga, Valencia y Ortíz, 2009).

Las mutaciones en genes de la línea germinal son aquellas que ocurren en el material genético de una célula que posteriormente pasará a las células hijas, pueden acumularse y cuando tienen relación con genes que controlan la proliferación celular o supresión tumoral aumenta la probabilidad de un tumor. En el primer caso, los genes conocidos como *protoncogenes* tienen como función la codificación de proteínas nucleares, citoplasmáticas y de membrana, que se encargan del mantenimiento del equilibrio de funciones celulares. En el segundo caso, los genes supresores tumorales son los encargados de reducir la probabilidad de que una célula se transforme en una célula cancerígena. La supresión o delección de uno de estos genes tiene como consecuencia el aumento de la probabilidad de que se produzca un tumor (Zuluaga, Valencia y Ortíz, 2009).

Como ejemplo de algunas sustancias clasificadas como cancerígenas o mutagénicas, están los hidrocarburos aromáticos policíclicos que son compuestos orgánicos no polares e hidrofóbicos que contaminan el aire. Tienen origen en la combustión incompleta de materia orgánica y se pueden encontrar en el suelo y el agua. Las investigaciones en el tema los identificaron como sustancias mutagénicas que se encuentran en el aire urbano, junto con los compuestos nitro-aromáticos, la presencia de estas sustancias en el aire se ha relacionado con incremento en la incidencia de enfermedades pulmonares, cardiovasculares y cáncer. De esta forma, sus propiedades carcinogénicas y mutagénicas han sido estudiadas, y se ha encontrado que estos, junto con otros compuestos del diésel, inducen mutaciones por sustitución y por pérdida o ganancia de bases originadas



por dichos compuestos al no requerir activación metabólica (Meléndez, M. Quijano y A. Quijano, 2016). Estudios de este tipo han contribuido en las regulaciones de las concentraciones de diferentes sustancias en el material particulado (Alfonso, 2016).

Los pesticidas, por su lado, están clasificadas por la Agencia Internacional para la investigación de Cáncer como posibles carcinogénicos en humanos por las aberraciones cromosómicas, la genotoxicidad, las alteraciones endocrinas y la producción de estrés oxidativo y mutaciones de señalización en las células embrionarias o somáticas entre otros. El asbesto es otro de los ejemplos de sustancias que ocasiona daños en el ADN que provocan cambios en el genoma y desencadenan la transformación neoplásica y progresión de células tumorales.

En cuanto a los agentes físicos como la radiación ionizante, estos se relacionan con el incremento de cáncer infantil en países como Colombia. Los factores ambientales tienen un papel importante en el desarrollo de neoplasias en los primeros años de vida debido a factores como las altas tasas de absorción de productos químicos, los mecanismos de reparación de ADN, las tasas de proliferación celular y la biotransformación del hígado para metabolizar eficientemente las toxinas (González *et al.*, 2019; Ward, 1974; Badel, Rico, Gaviria, Arango y Hernández, 2017). Este agente carcinogénico transfiere energía altamente estructurada capaz de producir daños no reparados y complejos al ADN y pueden conducir a cambios químicos, por lo que este tipo de radiación, de acuerdo con la Agencia Internacional para la investigación de Cáncer está clasificada como carcinogénico del grupo 1 con alto riesgo de producir neoplasias que comprometen el tegumento, la tiroides, el cerebro, las mamas y la sangre (González *et al.*, 2019; Spinelli, *et al.*, 2018).

En la radiación no ionizante, por su parte, el nivel de energía no es suficiente para producir ionización de tejidos o causar daños en el ADN (Spinelli *et al.*, 2018). Sin embargo, los campos electromagnéticos de radiofrecuencia en el rango de frecuencia de 30 kHz a 300 kHz (grupo 2) son clasificados como un posible carcinogénico para los seres humanos por sus efectos térmicos y no térmicos. Esta clasificación se da, debido a que hay limitada evidencia o es inadecuada en los estudios realizados tanto en humanos como en animales (Spinelli *et al.*, 2018). Los estudios a la fecha no representan suficiente evidencia científica para establecer una relación

entre este tipo de radiación y un riesgo mayor de desarrollar tumores, por lo que este tema sigue siendo objeto de estudio y discusión (González *et al.*, 2019).

Agentes biológicos. Los agentes biológicos son aquellos contaminantes de origen animal o vegetal (Alfonso, 2016). Un microorganismo que se encuentre en un sustrato al que no pertenece o en grandes cantidades en un sustrato al que pertenece se conoce como contaminación biológica (Albert, 2004). Puede provenir de virus bacterias, hongos o parásitos, entre otros (Alfonso, 2016), al existir deficiencias en los sistemas de saneamiento básico o hábitos higiénicos incorrectos. En el caso de las aguas negras, los riesgos para la salud provienen de los microorganismos patógenos de las heces de seres humanos y animales, y el resultado es la contaminación del agua potable, los alimentos y el agua para bañarse que incrementa el contagio de enfermedades (Fundación MAFPRE, 1994; Nebel y Wright, 1999).

Como ejemplo de contaminantes biológicos, las investigaciones al respecto han mostrado que existe una relación entre la exposición a agentes infecciosos en la infancia con un mayor riesgo de malignidad en el transcurso de la vida. Siendo así, alguno de los agentes biológicos como el virus *Epstein-Barr* o el *Helicobacter pylori*, están clasificados como potencialmente carcinogénicos en humanos; sin embargo, sus características y comportamiento dependen de las condiciones socioeconómicas, ya que esto es índice en la infección (González *et al.*, 2019).

Agentes químicos. Los desastres químicos han estado presentes desde los años sesenta y setenta, casos como el de la contaminación del pescado en Minamata, Japón cuyos efectos en la población fueron enfermedades mentales, defectos congénitos y muerte, causados por el envenenamiento que produjo el mercurio sobre la cadena alimenticia al ser arrojado por una fábrica en un cuerpo hídrico. Ante diferentes tragedias de este tipo, surgió una preocupación sobre los peligros de la fabricación, uso y desechos de sustancias químicas (Nebel y Wright, 1999). El aumento de este tipo de contaminantes ha sido considerable después de la Segunda Guerra Mundial, debido al desarrollo tecnológico y la industrialización. Como resultado de esto, la urbanización acelerada y la dependencia del transporte con fuentes de energías fósiles han causado efectos adversos sobre el ambiente y la salud de las personas (Albert, 2004).

La contaminación química resulta de la transformación de recursos naturales y su uso en actividades antrópicas. Los pesticidas, plaguicidas, metales pesados, gases e hidrocarburos, entre otros, hacen parte de esta categoría (Alfonso, 2016). Se denominan materiales peligrosos y se clasifican de acuerdo a propiedades tales como la inflamabilidad, la corrosividad, la reactividad y la toxicidad. La fabricación de diferentes materiales requiere el uso de tecnología química y su uso constituye apenas una etapa en el ciclo de vida de los productos. Es decir, desde la fabricación hasta la disposición final se utilizan varias sustancias químicas que serán desechos y subproductos. En este proceso varios de estos subproductos pasan al medio con consecuencias para la salud humana y los ecosistemas (Nebel y Wright, 1999).

Algunas sustancias químicas no pueden ser disueltas, debido a que incrementan los problemas ambientales. Un ejemplo son los metales pesados y sus compuestos como el plomo, mercurio, arsénico, cadmio, estaño, cromo y zinc entre otros. Son sustancias tóxicas, puesto que los iones en algunos compuestos son solubles en el agua. Además, al entrar al cuerpo, el organismo los absorbe con facilidad y se combinan con enzimas que inhiben su actividad. Las dosis de estas sustancias generan consecuencias neurológicas y fisiológicas graves (Nebel y Wright, 1999). Los compuestos orgánicos sintéticos no degradables tampoco se disuelven, su uso común es en productos de larga vida útil como gomas, plásticos, fibras sintéticas y pinturas. Al ser parecidos a los compuestos naturales el cuerpo los asimila, pero no se descomponen ni pueden ser metabolizados. Es por esto que esos compuestos transforman los sistemas y producen efectos adversos como el envenenamiento agudo y la muerte (Nebel y Wright, 1999).

Algunos de los principales contaminantes químicos que influyen negativamente sobre el ambiente y la salud son: el ácido dibromoacético (clorado del agua), el benceno (plásticos, resinas, fibras sintéticas), el cadmio (pilas, baterías), el mercurio, el formaldehído (fertilizantes) y los éteres de glicoles entre otros. Sus efectos sobre la salud han sido estudiados, ya que pueden llegar a alimentos como el pescado y los mariscos cuyos efectos pueden resultar en la disminución de la capacidad reproductiva y supervivencia de poblaciones expuestas a estos compuestos (Estrada *et al.*, 2016). Otro ejemplo es el bisfenol, un químico utilizado desde 1891 para fabricar plásticos, resinas y envases de plástico, entre otros. Al ser

un utilizado para envasar o cocinar alimentos, la ingestión es la fuente principal de exposición y por eso puede hallarse en la orina, sangre, leche materna y el líquido amniótico, cuya relación con algunas enfermedades en niños y adultos ha sido objeto de investigación (Flores, 2019).

Agentes físicos. Dentro de los agentes de contaminación de origen físico se encuentran el ruido, el calor y los diferentes tipos de radiación, en este caso la información se enfocará en la radiación. Esta última es el proceso mediante el cual la energía se propaga en forma de ondas o partículas a través del espacio o de un medio (IARC, 2013). La radioactividad puede tener dos fuentes naturales, provenientes del sol y las estrellas, cuya interacción con la tierra y el campo electromagnético produce una radiación ionizante secundaria (Scott, 2014); y fuentes artificiales que surgen de la manipulación de materiales para diferentes usos, como es el caso de los rayos X, beta, alfa y gamma (Alfonso, 2016; Scott, 2014; Guerrero y Pérez, 2006).

La radiación electromagnética es el “proceso de emitir energía en forma de ondas o partículas, cerca o a la velocidad de la luz, por una fuente electromagnética” (Torres y Alzate, 2006, p. 45). La energía que escapa de un circuito se conoce como energía electromagnética radiante, cuyos componentes son eléctricos y magnéticos. En cuanto a la ionización, se refiere al proceso mediante el cual es arrancado un electrón de un átomo por acción de una radiación externa. Existen dos tipos de radiación ionizada: particulada y electromagnética. En la primera, se encuentran las partículas alfa, beta, los positrones, neutrones y protones; mientras que en la segunda están los rayos X y gamma (Scott, 2014; IARC, 2013).

Los rayos X y gamma, clasificados como campos electromagnéticos de alta frecuencia, hacen parte del espectro electromagnético de radiación ionizante. Este tipo de ondas contienen una energía fotónica capaz de romper enlaces químicos a nivel molecular en las células (Guerrero y Pérez, 2006) y pueden dañar el ADN. Los rayos X son ondas electromagnéticas como la luz, cuya característica principal es su longitud de onda corta y gran cantidad de energía, y se producen por la transformación de la estructura electrónica de un átomo (Fundación MAFPRE, 1994).

En cuanto a la radiación no ionizante, esta se caracteriza por tener energía insuficiente de ionización (Scott, 2014). Los campos

electromagnéticos de frecuencia media y baja incluyen los campos estáticos y eléctricos, las líneas de transmisión, ondas de radio, microondas, la radiación infrarroja y la luz visible. Con una energía fotónica insuficiente para romper enlaces químicos, se cree que estos no generan daños en el ADN, pero tienen efectos biológicos tales como el calentamiento y la inducción de corrientes eléctricas en tejidos y células (Guerrero y Pérez, 2006). Se puede ordenar en un espectro de ondas de frecuencias muy bajas 0 Hz, de longitud de onda alta, hasta frecuencias muy elevadas de 300 GHz de longitud de onda pequeña y pueden tener origen en diferentes fuentes (Torres y Álzate, 2006).

Dentro del espectro electromagnético no ionizante, es posible hablar de campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas (CAM FEB), (1 Hz y 300 Hz), entre las cuales se encuentran las instalaciones de transporte, los aparatos eléctricos y la distribución de energía eléctrica o líneas de transmisión.

Las radiofrecuencias tienen frecuencias comprendidas entre 3 kHz a 300 MHz e incluyen radiocomunicaciones en AM y FM, teléfonos celulares, aparatos portátiles inalámbricos y equipos de medición inalámbricos, equipos de radar, estaciones de satélite y hornos microondas, entre otros (Torres y Alzate, 2006; ICNIRP, 2010; IARC, 2013).

A diferencia de la radiación no ionizada, la radiación ionizada ha sido ampliamente estudiada. En la actualidad, se conocen varios de sus efectos sobre la salud humana. Los efectos biológicos son muerte de las células, mutaciones y transformaciones, y daños en el ADN (Ward, 1974). La radiación severa o moderada incluye la alteración en la expresión de genes y proteínas, la activación oncogénica, la supresión o activación de un gen, las aberraciones cromosómicas, mutaciones, efectos genéticos, cáncer y pérdida de tejido y función de los órganos (Scott, 2014). Mientras que, por un lado, los campos electromagnéticos de frecuencia baja actúan sobre materiales conductores, es decir, con partículas cargadas, induciendo corrientes circulares en el organismo, por el otro lado la intensidad del campo magnético exterior es aquella que va a determinar la intensidad de las corrientes. Así cuando el primero es intenso, las corrientes pueden llegar a estimular nervios y músculos afectando procesos biológicos (Torres y Alzate, 2006; ICNIRP, 2010; IARC, 2013; González *et al.*, 2019).

## La contaminación electromagnética y sus impactos

El aumento en las fuentes que producen radiaciones electromagnéticas ha motivado el desarrollo de investigaciones en el tema que buscan conocer la influencia de estos agentes físicos sobre la salud. Hoy en día se sabe que las ondas electromagnéticas desencadenan efectos biológicos con efectos adversos sobre la salud (Pérez *et al.*, 2006). Con la creciente industria eléctrica, ha surgido la preocupación por parte de organizaciones internacionales desde la década de los setenta por investigar los efectos de los campos electromagnéticos sobre los seres vivos. Como resultado de estas investigaciones existe evidencia científica que demuestra los efectos adversos de la radiación no ionizante de alta frecuencia y de baja frecuencia en la salud (Torres y Alzate, 2006).

La exposición de un organismo biológico a un campo electromagnético tiene como resultado la interacción entre la potencia del campo, la corriente eléctrica inducida y las cargas del tejido. La respuesta a esto puede ser o no perceptible y, cuando lo es, el riesgo es que se produzca una lesión. Los efectos se clasifican en agudos, siempre que sean efectos inmediatos y crónicos, cuando no son objetivos ni inmediatos y están presentes a largo plazo (Torres y Alzate, 2006).

Para definir los efectos de la radiación no ionizante es importante mencionar varios de los aspectos que la componen como, por ejemplo: dosis, tasa de dosis, tasa de absorción específica y densidad de potencia. Uno de los principales problemas relacionados con este tipo de radiación es que no se conoce con certeza cuál de esos aspectos es el más importante a la hora de producir un efecto sobre un ser vivo. Asimismo, no se sabe cuál de los siguientes aspectos tiene más impacto y genera efectos perjudiciales: las exposiciones por encima de cierto umbral, el número de veces de exposición o el tipo de intensidad - alta o baja - (Torres y Alzate, 2006).

Los efectos también se clasifican en térmicos, no térmicos y atérmicos. En los efectos térmicos la energía electromagnética causa un aumento de la temperatura de un objeto o una persona por el efecto Joule (Torres y Alzate, 2006). La intensidad de la radiación provoca un aumento de la temperatura produciendo un cambio en la orientación espacial de las moléculas bipolares como el agua e iones en los tejidos. Siendo así, los tejidos más afectados ante este incremento de temperatura son el cristalino,

los órganos parenquimatosos, el hígado, el páncreas, los ganglios linfáticos, las gónadas, el estómago, la vejiga y la vesícula biliar. Otro de los efectos es la dilatación de poros de la barrera hematoencefálica, lo cual permite el paso de sustancias que no deberían entrar a las neuronas y, a su vez, causan alteración del sueño, depresión, cansancio y pérdida de memoria (Guerrero y Pérez, 2006; Pérez y Miranda, 2010).

Los efectos no térmicos se dan cuando la temperatura no se eleva por encima de las fluctuaciones normales de un sistema biológico. Entonces, cuando la energía de onda es insuficiente para incrementar la temperatura, se inducen corrientes y campos eléctricos en los tejidos (Pérez y Miranda, 2010). Los estudios con respecto a este tema han sido controversiales, por una parte, la Organización Mundial de la Salud y la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No ionizante coinciden en que, de acuerdo con las investigaciones de los últimos años, los resultados no confirman que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad produzca efectos sobre la salud, ya que no pueden dañar el ADN o las células de forma directa (ICNIRP, 2010).

Otras investigaciones reconocen que la acción acumulativa de este tipo de radiaciones en personas que trabajan con equipos de radiolocalización, podría causar cáncer al reducir hormonas como la melatonina (IARC, 2002). Siendo así, la exposición genera cambios en la producción de melatonina, ferritina, mastocitos e histamina, alteraciones de membrana celular, mutagenicidad y cambios endocrinos, entre otros (Pérez y Miranda, 2010; Torres y Alzate, 2006). Sin embargo, de acuerdo con la ICNIRP (2010), las investigaciones realizadas con respecto al sistema endocrino sugieren que los datos no indican que exista una afectación al sistema que pueda generar un efecto adverso en la salud humana.

Teniendo esto en mente, los efectos producidos en los seres vivos dependen de las características del campo electromagnético no ionizante, de las condiciones del medio donde se produce y de la respuesta del sistema biológico a la interacción. Siendo así, las exposiciones a radiación electromagnética de organismos vivos arrojan diferentes resultados cuando son a frecuencias extremadamente bajas, a radiofrecuencias y a microondas.

En el primer grupo (extremadamente bajas), los estudios realizados sobre células muestran una ausencia de mutaciones en la célula y concluyen

que en este caso hay ausencia de potencial cancerígeno. En cuanto a esta misma exposición en animales, los resultados muestran una inhibición en la secreción de melatonina, relacionada con el ciclo circadiano (Torres y Alzate, 2006); sin embargo, otros estudios no mostraron que la exposición a campos eléctricos y magnéticos resultaran en la supresión de la melatonina en ratas. Los resultados fueron similares para animales con reproducción estacionaria y primates cuyos resultados no fueron consistentes o fueron negativos y con los cuales se concluyó que no hay un efecto convincente sobre los niveles de esta hormona (ICNIRP, 2010).

Para la leucemia infantil, se llevó a cabo un estudio en un millón de personas con el fin de establecer la relación entre la enfermedad y las líneas de tensión. Se encontró que el riesgo de padecer la enfermedad aumentaba cuando la exposición era mayor a 0.2  $\mu$ T (microtesla) y cuando había mayor cercanía a las líneas de alta tensión. A pesar de estos resultados, otras investigaciones no muestran una relación entre la leucemia y la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia, lo cual sugiere que el resultado de la primera investigación no es consistente y el aumento de la enfermedad puede deberse a la presencia de agentes químicos que se encuentren asociados a las líneas de tensión, por lo que los resultados anteriores pueden deberse a un sesgo de selección (ICNIRP, 2010).

Los datos obtenidos de los estudios celulares respaldan los resultados obtenidos en niños y animales sobre el cáncer, los cuales fueron negativos (ICNIRP, 2010). Al no existir suficiente evidencia al respecto, ni estudios unificados acerca de los riesgos de la radiación no ionizante se debe aplicar el principio de precaución; por lo que la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer los considera posibles cancerígenos (Torres y Alzate, 2006).

En cuanto a los efectos sobre el sistema nervioso de los campos de baja frecuencia, los trabajadores de empresas de generación y distribución eléctrica han mostrado una tendencia al incremento de enfermedades degenerativas como Alzheimer y esclerosis múltiple (Torres y Alzate, 2006). Sin embargo, algunos autores consideran que los datos de los estudios que afirman tal relación son inconsistentes por sesgos o el número de casos es muy pequeño, por lo que los resultados no son concluyentes (ICNIRP, 2010). Otros estudios reportan síntomas neuropsíquicos independientes



como confusión, pereza, pérdida de memoria, ansiedad y depresión (Guerrero y Pérez, 2006).

Los efectos de exposición a campos de baja frecuencia sobre el aparato reproductivo también han sido objeto de estudio. Algunas de las conclusiones indican que hay un mayor riesgo de aborto espontáneo, aunque las pruebas son limitadas y no hay otros estudios que respalden los datos. Tampoco hubo resultados significativos sobre la fertilidad en un estudio realizado a 100 trabajadores que utilizaban máquinas de coser y maquinaria de ensamblaje con una exposición de 250 tesla (Prasad y Vyas, 2001). En otros mamíferos también se han hecho pruebas cuyos resultados indican que no hay efectos adversos en el desarrollo, no se producen malformaciones externas, viscerales o esqueléticas utilizando campos de hasta 20 mT- militesla- (Guerrero y Perez, 2006).

Una de las investigaciones llevadas a cabo sobre los efectos de las radiaciones electromagnéticas ionizantes y no ionizantes se relaciona con el incremento en la producción de radicales libres y la disminución de defensas antioxidantes a partir del desbalance redox. La radiación ionizante y no ionizante contribuyen a la generación de radicales libres, en este caso su producción aumenta sustancialmente creando un estado de estrés oxidativo (Pérez, *et al.*, 2006).

Puesto que la hemoglobina y la mioglobina son células paramagnéticas (tendencia a momentos magnéticos) los campos magnéticos pueden influir en las reacciones bioquímicas con participación de radicales libres (Torres y Alzate, 2006). Las enfermedades que se encuentran asociadas a la producción de radicales libres son las del aparato cardiovascular, el aparato respiratorio, el órgano de la visión, el sistema nervioso y el aparato digestivo, entre otras (Pérez *et al.*, 2006).

De acuerdo con el resultado de la investigación desarrollada por Pérez *et al.* (2006), en la cual estudiaron la influencia del campo electromagnético sobre el balance redox en personas expuestas, encontraron que las radiaciones ionizantes tienen un papel importante en la producción y actividad de radicales libres (superóxido) y su repercusión sobre sistemas biológicos.

Otro de los efectos conocidos de la radiación no ionizante de alta frecuencia es el aumento en la temperatura de los órganos, mientras que la de

baja frecuencia no tiene efecto térmico en tejidos, pero sí induce corrientes a nivel celular que se relacionan con el desarrollo de diferentes tipos de cáncer y alteraciones en el sistema nervioso (Torres y Alzate, 2006). En cuanto a los campos geomagnéticos, bacterias, mariposas, aves, tortugas, roedores, peces, aves y el ser humano, entre otros, poseen células con concentraciones de material ferromagnético cuya producción es controlada genéticamente. Para ejemplificar esto, las aves son sensibles a estos campos y pueden detectar las fluctuaciones (Torres y Alzate, 2006).

Efectos en animales. El hombre ha podido encontrar afectaciones en la naturaleza y en los ecosistemas, a partir de los estudios que ha hecho en los seres vivos, por ejemplo: ha alterado las moléculas de agua con microondas para ponerlas en resonancia y así elevar su temperatura. También ha realizado experimentos con animales o tejidos vivos: los ha expuesto a altas dosis de radiación no ionizante y luego en las necropsias y en los estudios celulares y moleculares toma nota de los efectos nocivos. En algunos de estos estudios se han recogido datos de potenciales daños biológicos y en otros se han detectado consecuencias adversas en la salud de los animales que habitan cerca de las antenas de radiofrecuencias (Marks, Ratke, y English, 1995).

Adicionalmente, en otros experimentos se ha revisado la estructura celular de animales sometidos a ondas electromagnéticas y se ha llegado a considerar que el calcio intracelular y la comunicación intercelular de algunos animales han variado negativamente. (Wolke, *et al.*, 1996). Se han hecho intervenciones en conejos con ondas de radiofrecuencia que han llevado a estimar que sus hipocampos se alteran, al igual que sus sistemas nerviosos (Grigor'ev, *et al.*, 1995). También se analizó que la salud de los animales de granja se veía perjudicada por las antenas cercanas y que mejoraba luego de alejarlos de estas (Löscher y Käs, 1998).

Para Balmori (2003), en el territorio español se han hecho investigaciones que condujeron a creer que las antenas de telecomunicaciones ubicadas en las zonas urbanas y rurales pueden incidir en la capacidad de reproducción de las aves que se posan en sus estructuras. Sin contar con las aves que constantemente mueren por los choques contra las antenas y las que huyen a otros lugares por el deterioro ambiental en la zona de levantamiento de fuentes de ondas electromagnéticas.

Las aves son animales que naturalmente cuentan con el sentido de la ubicación en razón a que perciben los campos magnéticos de la tierra que les sirven para orientarse durante su vuelo. Entonces, es probable que los campos electromagnéticos emitidos por las antenas de telecomunicaciones confundan a las aves y las atraigan hacia sus estructuras, lo cual ocasiona colisiones inminentes. La biodiversidad se ve menguada en su existencia a causa de la contaminación electromagnética en sus entornos, y el daño biológico de los animales invertebrados presas, de las plantas y de los alimentos concurren a un desequilibrio aviario (Balmori, 2004-b).

Se recuerda que los rasgos físicos de la mayoría de los seres vivos son distintos. Algunos tienen un tamaño corporal menor al de otros, lo que significa que los organismos pequeños, por lo general, sean más sensibles a los efectos de los campos electromagnéticos; la densidad y espesor craneano de esos seres pequeños favorecen el paso de radiación a órganos como el cerebro (Hyland, 2001).

Se conoce que los insectos son importantes para la preservación de los ecosistemas, debido a que en gran parte sirven para cubrir las necesidades alimentarias de otros animales. Las condiciones celulares básicas de los insectos son similares a las de los mamíferos y, por supuesto, si las ondas electromagnéticas afectan a estos, también lo harán a aquellos. (Balmori, 2006).

Ciertamente, en los estudios realizados a ‘moscas de la fruta’ expuestas a campos electromagnéticos, se evidenció una disminución en la capacidad de reproducción por lo que se supone una afección en la madurez gonadal (Panagopoulos y Margaritis, 2002). Otro aspecto que se debe mencionar es el hallado por Ruzicka (2003), quien a través de observaciones hechas a las abejas encontró que las antenas de telecomunicaciones instaladas cerca de colmenas provocaron en estos insectos desórdenes y variaciones en los modelos de actividad traducidos en estrés, agresividad exacerbada, muerte y, por lo tanto, poblaciones menos numerosas.

En el caso de las aves, éstas han sido utilizadas con el fin de medir los efectos de ciertos contaminantes ambientales. Los estudios se habían enfocado en contaminantes químicos tales como los pesticidas y en radiación ionizante, sin embargo, se ha dado una investigación creciente cuyo objetivo es medir la relación entre la radiación no ionizante y el efecto

sobre las aves (Bryan y Gildersleeve, 1988). La instalación de estaciones base de telefonía ha aumentado en los últimos años y ha incrementado la contaminación electromagnética, especialmente en ciudades.

Dichas antenas lanzan microondas con una frecuencia de 900 MHz en el sistema analógico. Estos campos de alta frecuencia producen diferentes tipos de respuestas en el sistema nervioso central de aves, afectan la actividad central colinérgica y el aprendizaje memorístico en ratas (Balmori, 2003).

Con el fin de conocer los efectos de estos campos electromagnéticos sobre las aves, se llevó a cabo un estudio en la ciudad de Valladolid en poblaciones de gorriones. Los individuos fueron censados en cada uno de los 32 puntos para medir los valores de contaminación electromagnética una vez al mes. Los resultados mostraron la preferencia de las aves por los lugares protegidos por la sombra electromagnética de los edificios, evitando situarse por periodos largos en sitios cercanos a antenas y ocupando los lugares donde estas fueron retiradas (Balmori, 2003).

En el seguimiento realizado en el parque urbano Campo Grande, los datos mostraron un drástico descenso poblacional o desaparición en 10 de las 15 de aves silvestres que se encontraban allí. El estudio muestra una relación entre la disminución de las poblaciones y la ubicación de cinco estaciones base a 100 metros del parque, puesto que otros tipos de contaminantes (CO<sub>2</sub>, benceno, SO<sub>2</sub>) han disminuido en el lugar y las características estructurales y de hábitat se mantienen allí (Balmori, 2003).

Otro de los resultados de la investigación fue con respecto a los dormideros, los datos permitieron evidenciar cuáles de los lugares que anteriormente eran utilizados como dormideros por las aves ya no están siendo ocupados por su cercanía a las antenas; en lugar de esto, las aves se desplazan a arboles más alejados y zonas donde anteriormente no había zonas de dormidero para la especie *Motacilla alba*. La disminución de arácnidos en las zonas cercanas a la instalación de antenas también se reflejó en la investigación llevada a cabo por Balmori (2003), una de las hipótesis de este estudio es la sinergia que se podría estar presentando entre estos y la disminución de algunas especies de aves por escasez de alimento.

En otro estudio, llevado a cabo por Bryan y Gildersleeve (1988), se examinó la radiación no ionizante comprendida en el rango de frecuencia de 0 a 300 GHz, teniendo en cuenta que el vuelo de las aves las hace más

propensas a una irradiación directa. Algunas de las aplicaciones de este campo que se tuvieron en cuenta son la radionavegación, transmisión de radio y televisión, comunicaciones satelitales y radares meteorológicos. En los estudios, la mayoría de efectos biológicos de la exposición a radiación no ionizante en aves parece deberse al aumento de temperatura inducido por la radiación. En cuanto a los efectos no térmicos, los datos no mostraron una afectación de parámetros como la embriogénesis morfológica, la capacidad reproductiva, la mortalidad después de la eclosión, la producción de huevos y su peso, la fertilidad, la incubabilidad de los huevos y el comportamiento reproductivo de la progenie (Bryan y Gildersleeve, 1988); aunque otros investigadores han informado sobre malformaciones en embriones de pollo que han sido expuestos a campos magnéticos. Otro de los resultados de este estudio fue la disminución de la capacidad del ave para recuperarse de la pérdida aguda de sangre después de una exposición.

Efectos en organismos vegetales. En varios estudios que han sido dirigidos para evaluar las plantas vegetales, su crecimiento y desarrollo; los científicos del tema han llegado a deducir que una planta en contacto con un campo magnético aumenta su tamaño y produce más, mientras que a una expuesta a campos eléctricos le pasa lo contrario (Martínez, Carbonell y Flórez, 2003). En Letonia, se realizó el análisis de pinos irradiados con radiofrecuencias del radar Skrunda Radio Location Station y se notó que hubo un aumento en la secreción de resina, lo cual puede ser la posible causa del estrés y del posterior envejecimiento y crecimiento estancado de los árboles (Selga y Selga, 1996).

Para Hüttermann (1987) las ondas de radiofrecuencias emanadas de fuentes electromagnéticas inducen por resonancia partículas eléctricas en las hojas de los árboles. Estas partículas viajan hacia la superficie del suelo y terminan por involucrar a los organismos que la habitan –biota edáfica– y modifican los árboles en sus elementos minerales. Y Balmori (2004-a) es contundente en describir el riesgo y peligro grave e irreversible que acarrea el uso de antenas de telecomunicaciones en el entorno medioambiental. Para él, se requieren estudios precisos y continuados con el fin de establecer los potenciales daños en la biota ya que aún son insuficientes para catalogar los efectos nocivos para los ecosistemas.

Balmori (2004-b) también es claro en cuanto a peligrosidad que representa la exposición permanente a ondas de radiofrecuencias. Es

consciente de la desigualdad de condiciones que poseen los árboles de un mismo bosque: los árboles con una distancia menor a una fuente emisora de campos electromagnéticos serán más vulnerables a plagas y enfermedades que aquellos con una mayor distancia, pero no dejan de ser afectados por cuanto el agua, aire, suelo y otros componentes medioambientales también conducen partículas modificadas por las ondas electromagnéticas de baja o alta frecuencia.

Efectos en seres humanos. La Unión Internacional de Telecomunicaciones ha categorizado los campos electromagnéticos de 30 kHz a 300 GHz como ondas de radiofrecuencia. En esta categoría están las ondas electromagnéticas generadas intencionalmente por el hombre como las emanadas por aparatos electrodomésticos, dispositivos electrónicos, radio AM y FM, diagnósticos y terapias médicas, detección remota de objetos e inducción de calor, entre otros. (IARC, 2013).

Las frecuencias utilizadas para la transmisión de señales de radio y televisión son similares entre países. Algunas de estas son: la modulación de amplitud, cuyo sonido no es tan bueno, la frecuencia modulada y las bandas III, IV y V utilizadas en la transmisión televisiva. Para la transmisión de este tipo de señales de onda corta, mediana y larga se construyen torres altas y metálicas que se encuentran conectadas entre ellas y al suelo por medio de cables, y puede haber variaciones en cuanto a las estructuras y localización de acuerdo al tipo de frecuencia. La cercanía a estas estructuras trae consigo una mayor exposición que a la que están sometidas las personas en oficinas (IARC, 2013).

Aunque este tipo de radiación no ionizante no tiene la energía suficiente para romper los enlaces atómicos, se sabe que tiene un efecto sobre la materia: genera calor por la rotación y contorsión de moléculas. También puede inducir corrientes eléctricas y vibraciones moleculares que pueden generar desplazamiento de cargas eléctricas y calor (Félix, Galván, Rubio y Castaño, 2014). Por esta razón, uno de los efectos más reconocidos en sistemas biológicos es el incremento de la temperatura en tejidos.

Por ejemplo, un estudio sobre el uso del celular mostró que había un incremento en la temperatura del cerebro de  $0.1^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, aunque el estudio pone de manifiesto que no es probable que los efectos sobre el cerebro sean generados por un aumento de la temperatura, no descarta que

este incremento sí podría tener consecuencias en los procesos biológicos (reacciones moleculares y biológicas) que se llevan a cabo allí (Foster y Glasser, 2007).

Los estudios que buscan mostrar la relación entre el aumento del riesgo de padecer tumores y el uso de los celulares son contradictorios. Esto se debe a las diferencias en el diseño experimental, las metodologías de los experimentos y la interpretación de los resultados. Sumado a esto, las variables que se deben tener en cuenta son numerosas, lo que dificulta la réplica de los experimentos y, por esto, los resultados son diferentes. No obstante, existe una claridad acerca de la incidencia de las frecuencias en seres vivos. Cuando dichas frecuencias coinciden con las frecuencias de procesos biológicos, tales como ondas cerebrales, la comunicación interna puede verse alterada debido a la resonancia (Félix *et al.*, 2014).

Con respecto a este caso, el hecho de que algunos de los estudios sobre el efecto de campos electromagnéticos sobre organismos biológicos sean respaldados por empresas de telefonía celular, causa algunas dudas sobre los datos de dichas investigaciones. Por esta razón, es necesario continuar con las investigaciones sobre el tema con metodologías adecuadas y confiables que permitan correlacionar los datos sin sesgos.

## CAPÍTULO 4

# La regulación de las antenas de telecomunicaciones

La naturaleza jurídica del principio de precaución o precautorio es de índole normativa *ius internationale*. Su fundamento aparece por primera vez en la Declaración de Estocolmo de 1972, en la que se dispone (en la proclama 6) que todos los actos humanos deben estar orientados al cuidado del medio ambiente, puesto que la preocupación por generar daños gigantescos o irreparables a la naturaleza implica que se tomen medidas para evitarlos. En esta también se circunscribe que el conocimiento es el elemento que yace para ejercer acciones prudentemente, por lo cual mejorar la calidad de vida del hombre depende de un adecuado uso de los recursos naturales.

Por su parte, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) consagra expresamente el criterio de precaución en el principio 15 de dicho documento, lo cual le da un carácter internacional y vinculante:

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (párr. 15).

Lo anterior dio pie para que nuevos instrumentos internacionales integraran en su contenido el principio precautorio. Es así como en el principio 3 del artículo 3 de la Convención de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992, se introduce claramente este principio. En este precepto se infunden prerrogativas para el medio ambiente al indicar que



la prevención y mitigación de efectos desfavorables al cambio climático deben precaverse. Del mismo modo, en este texto se destaca el factor de incertidumbre científica, que no debe convertirse en una excusa para no reunir ni aplicar los mecanismos que asisten a la reducción de los costos ambientales.

Es por esto que se considera que el principio precautorio tiene su origen en instrumentos internacionales. Debido a ello, los Estados parte de las declaraciones antes expuestas lo han incorporado en sus ordenamientos internos. Por ejemplo, en Colombia se regula a través de la Ley 99 de 1993, artículo 1, numerales 1 y 6; por lo cual se vuelve indispensable asumir una responsabilidad frente a los daños graves o irreversibles al medio ambiente. Así mismo, la génesis y posterior adopción del principio de precaución en los sistemas jurídicos internacionales y nacionales lleva a un acercamiento social a la problemática ecosistémica y biodiversa.

Después de la normatividad anteriormente descrita, se sanciona la Ley 1753 de 2015, a través de la cual se materializa el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018. En esta se definen tres pilares básicos que sostendrían durante ese periodo el progreso del país: la paz, la equidad y la educación. Entonces, para mantenerlos inquebrantables se vale de estrategias transversales, entre ellas, la ‘Competitividad e infraestructura estratégicas’ y el ‘crecimiento verde’. Un país competitivo requiere implementar nuevas formas de infraestructura; para llevarlo a cabo, el Plan Nacional de aquel periodo recurre, entre otras cosas, bajo la dirección de la Comisión de Regulación de Comunicaciones –CRC– a elevar el alcance de la banda ancha en el territorio colombiano.

En la citada ley se introduce temas referentes al espectro radioeléctrico, como delegar a la Agencia Nacional del Espectro la función de reglamentar la interconexión de antenas bajo los estándares permitidos para la exposición de campos electromagnéticos en las personas. Aunado a esto, se disponen medidas para la adquisición de predios e imposición de servidumbres con el fin de ampliar la cobertura eléctrica del país.

En cuanto al ‘crecimiento verde’ se preceptúa en el Plan Nacional de Desarrollo de dicho periodo políticas encaminadas a proteger el medio ambiente, los ecosistemas, la biodiversidad, etc. Así, con planes intersectoriales se pretende, por un lado, un crecimiento económico

sostenible, la promoción de I + D + i (Investigación, desarrollo e innovación) y la adopción de proyectos que minimicen el cambio climático. Por otro lado, se busca un estricto control en el otorgamiento de licencias ambientales, por lo que se acude a solemnidades que impongan un mayor rigor en el procedimiento de obtención de la licencia. Los interesados en ejecutar obras, proyectos y actividades deben presentar la solicitud con el desglose de los impactos que estas puedan tener en el medio ambiente.

En la misma línea, la Presidencia de la República en uso de sus facultades dicta el Decreto 1078 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del sector TIC). Con él se procura una estrategia gubernamental para establecer los procedimientos que garanticen la implementación de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Se regula a través de este documento los pasos de adjudicación de permisos para la utilización del espectro electromagnético, y se expresa el contenido de la solicitud para su otorgamiento.

Cabe mencionar que el anterior decreto determina que las antenas que emiten campos electromagnéticos indefectiblemente deben estar acompañadas con el estudio técnico-científico que valore la radiación emitida; los niveles de exposición no pueden ser superados y, si llegara a ser así, es obligación de las autoridades acoger medidas de mitigación y protección. Además, una medida que enuncia es la medición continua de los campos electromagnéticos por parte de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, con una relación entre la concentración de antenas y la densidad de la población en zonas determinadas.

Una observación que se hace dentro del contenido del decreto es el llamado a las entidades territoriales para que formalicen la instalación de antenas con base en la normatividad medioambiental expedida por la autoridad competente y el uso del suelo específico en el Plan de Ordenamiento Territorial –POT–.

Otra disposición que es pertinente para este trabajo, es la Resolución N° 754 del 20 de octubre de 2016. La Agencia Nacional del Espectro dio a conocerla para enfrentar los inconvenientes que surgen por las radiofrecuencias y los campos electromagnéticos emitidos por antenas de telecomunicaciones. La vigencia de este acto administrativo conlleva

el reglado para un adecuado uso del espectro electromagnético con las limitaciones a los prestadores del servicio de las telecomunicaciones.

Es corolario de lo anterior que la preocupación social por las emisiones de las antenas de telecomunicaciones ha llevado a las entidades administrativas a reglarlas. Los proveedores de redes y servicios de televisión, radiodifusión y telecomunicaciones necesitan de un permiso para operar. Pero no solo basta con cumplir los requisitos para el otorgamiento de la autorización, también es obligatorio enviar los reportes a la autoridad respectiva que reflejen las mediciones, transmisiones y recepciones durante el uso de antenas.

De ahí que, en Colombia, el Ministerio de Telecomunicaciones expidiera el Decreto 195 de 2005 por el que regula los límites de exposición a campos electromagnéticos bajo los lineamientos de la norma técnica K.52 de la UIT recomendada por la Comisión Internacional sobre la protección contra Radiaciones No Ionizantes –ICNIRP– y establece los presupuestos para poder instalar fuentes radioeléctricas en el país.

A su vez, el Distrito de Bogotá por medio de la Alcaldía Mayor lanza al público en 2017 el Decreto 397. Este instrumento fue la materialización local de la regulación del proceso de control de las instalaciones de antenas radioeléctricas de la ciudad. En este escenario, se plantea que las redes de telecomunicaciones necesitan seguir un protocolo de uso, diseño y ubicación con enfoque ecológico. Se recalca el compromiso de preservar el medio ambiente y de evitar cualquier actividad que lo afecte ostensiblemente. Por lo tanto, se decreta que la estructura e instalación de las antenas radioeléctricas debe atender a minimizar el impacto ambiental.

Queda por aclarar que recientemente el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022, a través de la Ley 1955 de 2019, contempló tres pactos estructurales: legalidad, emprendimiento y equidad. De estos se desprenden, entre otras, unas metas en materia ambiental y de telecomunicaciones. Es notorio en esta disposición que el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente deben ser la pauta inamovible durante la práctica de todas las políticas del periodo 2018-2022.

Pero hay más, el PND de este cuatrienio determina que la ampliación de cobertura de los servicios de telecomunicaciones es un factor de evolución del país y, por eso, las redes, los planes y proyectos de las TIC requerirán

una propagación en todo el territorio colombiano. Análogamente, se les confiere a los alcaldes de los municipios la facultad de variar los POT y las regulaciones locales que impidan la construcción de la infraestructura de las redes y servicios de las TIC.

En relación con el vacío normativo existente en la materia, conviene mencionar que la industria de las telecomunicaciones ha permitido que a nivel mundial la globalización se introduzca en las naciones por medio de industrias como las de telefonía celular. Colombia es un país en desarrollo y, en la búsqueda de ampliar el potencial socioeconómico, ha planteado estrategias y políticas orientadas hacia la utilización de las telecomunicaciones como principal instrumento de respuesta a un planeta en constante cambio;

(...) lo anterior se refleja en las políticas y planes de desarrollo del país (Visión Colombia Segundo Centenario 2019 y en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Prosperidad para todos), y en la normatividad referente al tema - Ley 72 de 1989 y Decreto-Ley 1900 de 1990 -. (Gallego *et al.*, 2014, p. 107).

Según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2013), existe un creciente problema en el aumento cada vez mayor de instalaciones de antenas o EBTM (estaciones base de telefonía móvil) en los municipios de país. Este servicio es requerido, para poder garantizar niveles óptimos de señal a los millones de usuarios de la telefonía, los cuales llegaron a la cifra en Colombia de 49 066 359 de usuarios activos para el cuarto trimestre de 2012.

Analizando a Perú, se encuentra que este país tiene muchas semejanzas con Colombia en cuanto a la introducción de la tecnología en sus territorios:

La regulación ambiental de la infraestructura de la telefonía celular en las ciudades de nuestro país debe guiarse por estrategias complementarias, que además de ser un conjunto de normas, establezcan obligaciones claras y concretas que deben seguir las industrias, bajo la estricta supervisión de las entidades públicas, en particular el organismo regulador y la autoridad municipal, sino también de un enfoque de comunicación del riesgo que parta del respeto hacia las preocupaciones de la ciudadanía (Lanegra y Ato, 2011, p. 38).

En cuanto a la distancia requerida entre EBTM y poblaciones, en Colombia es poco lo que se ha hecho. Según afirman Rodríguez, Londoño-Toro y Herrera-Carrascal (2008) “A nivel general, el Ministerio de Comunicaciones realizó una aproximación normativa en la que sobresalen principalmente aspectos económicos, sin embargo, en la actualidad ninguna autoridad ambiental ha esclarecido el tema o ha abanderado la búsqueda de soluciones puntualmente locales” (p. 49).

## CAPÍTULO 5

# La invocabilidad del Principio de Precaución en la instalación de antenas de telecomunicaciones

La percepción de un riesgo, como habilidad encaminada a la inteligencia emocional, se alimenta de los hechos, las emociones y experiencias del ser humano para darles frente los riesgos sobre los cuales es imperativo tomar medidas (Gallastegi *et al.*, 2016; Slovic, 1987). El 70 % de los europeos consideran que las antenas de redes móviles acarrearán efectos nocivos para la salud. De 625 madres gestantes de la Cohorte INMA-Gipuzkoa, el 31.8 % coincidieron en que tener fuentes de radiofrecuencias cerca a sus viviendas es uno de los cinco problemas más notables en el medio ambiente (Gallastegi *et al.*, 2016).

La OMS (s.f.) ha catalogado los efectos en los seres vivos derivados de la exposición a ondas electromagnéticas no ionizantes en biológicos y, a su vez, estos en térmicos o atérmicos. Los efectos biológicos se presentan cuando existe algún tipo de alteración de cambios de concentración o transporte de sustancias en un organismo biológico; y en el momento en que la alteración produce un efecto que el cuerpo del ser vivo no puede tolerar, se menoscaba su salud.

Asimismo, para la OMS (s.f.) los efectos térmicos son producto de la interacción del organismo vivo con los campos electromagnéticos y su posterior transformación en energía térmica –aumento de temperatura– es el resultado de la disminución dieléctrica y resistiva de los tejidos biológicos; mientras que los efectos atérmicos nacen de la incidencia a campos electromagnéticos de baja intensidad y no hay variación en la temperatura del cuerpo biológico.

Entonces, resulta que estos efectos adversos no solo se pueden presentar en seres humanos, sino también en animales y vegetales por el

mero hecho de compartir su hábitat con antenas emisoras de ondas de radiofrecuencias. Justamente, como la contaminación electromagnética es una constante en el planeta que requiere un control efectivo y permanente; la aplicación del principio de precaución es una medida que puede trazar un esquema de preservación de la biodiversidad y del medio ambiente.

Por su parte, el principio de precaución se encuentra inserto en el derecho internacional y también se consagra en la legislación interna de Colombia. Este se entiende como un principio rector que tiende a la protección del medio ambiente y su fin es alinear la conducta de los ciudadanos y de las entidades estatales para que eviten o prevengan daños que puedan considerarse como graves o irreversibles al medio ambiente (Cózar, 2005).

Por consiguiente, la consumación de los daños ambientales no debe encontrarse ni si quiera en fase de inicio. La precaución encuentra su sustento en la amenaza de un deterioro ambiental; al existir un riesgo o peligro de daño y, con una plena incertidumbre técnico-científica de la ocurrencia de este, la autoridad competente requiere desplegar todos los medios y mecanismos a disposición para precaver efectivamente la pérdida ambiental (Cózar, 2005).

Se pueden identificar particularidades que son inherentes a la noción del principio de precaución: primero, se encuentra el temor o la amenaza de un daño inminente al medio ambiente. Segundo, la incertidumbre, que es su rasgo característico; se centra en que no hay seguridad técnico-científica de los riesgos ambientales. Tercero, la prevención, incita a prevenir con amparo y cuidado al medio ambiente, ante un potencial daño. Cuarto, la inversión de la carga de la prueba, enfatiza que los innovadores, y no las víctimas, son los llamados a probar que sus nuevos productos no irrogan peligro para el medio ambiente. Quinto, la legitimación, hace alusión a que los expertos no son los únicos con la aprobación para abordar la incertidumbre científica, sino también que se da a los novatos el permiso para que decidan sobre las medidas de prevención. Y sexto, la intervención cuidadosa de alternativas, se refiere a que con la aparición de nuevos productos regulares o tecnológicos, se tiene la posibilidad de restringirlos o suspender su uso (Torre, 2003).

## Naturaleza del Principio de Precaución

Este principio aparece por primera vez consignado en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, que como se dirá en líneas posteriores, tuvo un impulso en otros instrumentos internacionales y nacionales. Sin embargo, el principio precautorio ha tenido visos que confunden su verdadera naturaleza jurídica, por consiguiente, se ha llegado a colar como una regla jurídica vinculante –*hard law*– o, como una política de gobierno –*soft law*–. Aquí es pertinente recordar que las normas ambientales, en general, tienden a ser llevadas al conjunto de alguno de estos dos términos, al del *hard law* o al del *soft law* (Rodríguez y González, 2014)

Dentro del mismo tejido, para Rodríguez y González (2014), el principio de precaución contiene elementos vagos que hacen difícil determinar su esencia jurídica; en tal sentido, es necesaria la interpretación que le ha dado los altos Tribunales en procura de establecer su alcance y aplicación.

Con respecto a este propósito, la Corte Constitucional colombiana ha aclarado:

Que este principio es una verdadera norma jurídica con carácter vinculante y, como tal, deben acatarse unos presupuestos para su efectiva aplicación: 1) Que exista peligro de daño; 2) que este sea grave e irreversible; 3) que exista un principio de certeza científica, así no sea ésta absoluta; 4) que la decisión que la autoridad adopte esté encaminada a impedir la degradación del medio ambiente; 5) que el acto en que se adopte la decisión sea motivado. (Corte Constitucional, Sentencia T-1077 de 2012).

La crítica del principio de precaución, se plantea desde la óptica de Vargas-Chaves (2017), quien no lo concibe en la práctica como una norma jurídica vinculante pese a que admite que este es su ‘deber ser’. En su criterio, es un principio que ha perdido legitimidad institucional al ser manipulable para beneficio de los encargados de aplicarlo o de quienes lo invoquen. Sunstein (2005) se refiere al respecto como el gran problema del principio de precaución desde la heurística de la disponibilidad y el descuido de la probabilidad.



## **La incertidumbre como escenario de invocabilidad**

El derecho puede colisionar con obstáculos al momento de dar solución a las problemáticas que nacen de los supuestos de hecho que demandan una tutela efectiva del ambiente versus mantener el progreso económico e industrial de una nación. De aquí que, por la incertidumbre, el derecho ambiental –y particularmente el principio de precaución– se valga de conocimientos tecnocientíficos para responder a las controversias ambientales y ecosistémicas (Pardo, 2006).

Anticiparse a un riesgo de daño grave e irreversible al medio ambiente es el peldaño que lleva a la aplicación del principio de precaución. La incertidumbre es la forma de escatimar los alcances del principio, porque dentro de los presupuestos para incoarlo está revisar las circunstancias de certeza científica absoluta del potencial riesgo. De manera tal que, si el grado de certeza científica es nulo, las autoridades competentes están facultadas para actuar en pro ambiente o pro natura (Vargas-Chaves y Granja-Arce, 2018).

Aquí se hace una acotación, retomando las ideas de Pardo (2006) para quien la incerteza tiene una naturaleza dual: la originaria y la sobrevenida. La incerteza originaria inculca la implementación de nuevas tecnologías, actividades y procesos cuyos efectos dañinos secundarios son inciertos; la incerteza sobrevenida se presenta cuando se desconocen los efectos nocivos de las actividades y los procesos preexistentes o cuando se está al tanto de esos efectos (por recientes estudios científicos), pero se percibe un mayor riesgo que el que primeramente se conocía.

Inclusive, Vargas-Chaves (2016) encuentra que el alto tribunal constitucional colombiano –al hacer una remisión a la Sentencia C-293 de 2002– ha sido enfático al desentrañar la aplicación de este principio, pues considera que un acto administrativo emanado de una autoridad ambiental competente puede suspender las actividades que envuelvan ‘per se’ un riesgo de daño al medio ambiente y a la diversidad biológica. La Corte extiende su argumentación a que el riesgo de daño no debe necesariamente estar bajo la certeza científica absoluta, porque para ello se cuenta con el principio de prevención, que por demás no exige un grado absoluto de comprobación del potencial daño.

Desde este ángulo, las nuevas formas de tecnología hacen que los individuos se apeguen a ellas con la creencia de que traen beneficios sociales permanentes. Sin embargo, ignoran que la ciencia no siempre muestra los efectos negativos que pueden producirse a mediano o corto plazo en el ambiente y en la misma sociedad. Permanentemente se ha llegado a restar importancia a los riesgos tecnológicos, lo que incrementa la probabilidad de producir un daño real e inminente a los ecosistemas y a la biodiversidad. Para hacer frente a esta problemática, se acogieron propuestas para que el principio de precaución se aplique a decisiones rodeadas de incertidumbre por la falta de una respuesta científica o de un consenso de expertos (Riechmann, 2007).

Siguiendo a este mismo autor, vale la pena recurrir a la propuesta terminológica de la ‘incertidumbre’ de la Agencia Europea del Medio Ambiente que la describe como aquella que denota “impactos conocidos y probabilidades desconocidas” (AEMA, 2003, p. 192). En últimas, los actos sociales siempre se ejecutan con incertidumbre, debido a que las investigaciones científicas no cuentan con el 100% de certeza. Sumado a lo anterior, Riechmann (2005) indica que la irreversibilidad de los daños que se generan al medio ambiente es un indicio de que las autoridades no actúan con enfoque precautorio, “pues cuando se avistan problemas graves en el horizonte, no es razonable esperar a saberlo todo para actuar” (p. 5).



## CAPÍTULO 6

# Estudio de Caso: caracterización de un conflicto ambiental en el municipio de Plato por la instalación de antenas de telecomunicaciones

El presente estudio de caso fue elaborado en el marco de la investigación *Aplicación del principio de precaución en situaciones de contaminación electromagnética por incertidumbre preminentemente antropocéntrica*, por lo que para confrontar y dar alcance a la información aquí plasmada se recomienda a los lectores remitirse al trabajo de Sierra-López (2019).

### **Metodología de caracterización de conflictos ambientales**

El constante interés de los ciudadanos del común por los asuntos públicos ambientales permite inferir la preocupación que existe en ellos por su comunidad y su entorno. En este orden de ideas, las instituciones deben trazar con claridad las metas, propuestas y los proyectos que tienen para el territorio, siendo por ello fundamental permitir la total inclusión y participación de la comunidad, así como el transparente manejo de la información acerca de los posibles cambios que pueda sufrir su medio.

La inadecuada articulación de los actores que puedan injerirse desde sus diferentes ópticas ante la intervención de un territorio pueden generar una confrontación directa entre la naturaleza, culturas y también intereses económicos y sociales; de hecho, es bien sabido que los bienes de la naturaleza son considerados valiosos y escasos, es por esto que, el uso o beneficio que se obtenga de ellos, ocasiona conflictos ambientales especialmente

en países tan biodiversos como el nuestro (Londoño-Toro, Gúiza y Muñoz-Ávila, 2012, p. 3).

En este sentido, Torres, Agudelo y Ochoa (2007) definen el conflicto como un choque por su proveniencia del latín *conflictus*. Además, los autores se refieren a un conflicto cuando existe una situación que permite que dos o más actores persigan objetivos contrarios y automáticamente se coloquen en extremos antagónicos y, por lo tanto, en escenarios de posible confrontación. Por su parte, el conflicto ambiental se refiere a procesos sociales generados por el desacuerdo producto de “la apropiación, distribución y utilización de los recursos naturales y a la movilización y denuncia contra los causantes de los daños ecológicos” (p. 79).

Entonces, “en cuestión de contaminación electromagnética no ionizante, la valoración que pueda hacer una comunidad de su entorno con los cambios que en este se presentan con la introducción de nuevas tecnologías, puede catalogarse como un impacto ambiental negativo” (Torres *et al.*, 2007, p. 80); así mismo, la participación consciente de una población ante una alteración en su cotidianidad, sumada a los intereses privados o institucionales propician conflictos ambientales, creados principalmente por la inexistencia de una regulación clara institucional que permita encontrar los puntos de equilibrio entre los actores vinculados priorizando el bienestar de la comunidad y el medio.

Es por esto que para el análisis de conflictos ambientales, Rodríguez (s.f.) propone una metodología que sirve para recopilar la información de un caso específico. Lo anterior, junto con la identificación de los autores que intervienen en el conflicto, el acceso a la documentación oficial y no oficial, y el conocimiento extraído de los actores con injerencia, proporcionan un amplio espectro de la situación de choque que se va a estudiar.

Para la consecución de la información del conflicto es preciso el detallado diligenciamiento de la documentación recopilada en la investigación o análisis que se realizará, ya que esto permite identificar y validar los hechos que lo ocasionan, los actores involucrados y las respuestas y reacciones de ellos para la resolución requerida del problema.

Es por esto que debe procurarse la obtención de las respuestas precisas y suficientes de los siguientes aspectos:

(i.) Identificación y definición del conflicto; (ii) Ubicación; (iii). Aspectos sociales; (iv.) Procesos; (v.) Aspectos sustanciales del problema; (vi.) Descripción de los recursos para resolver el conflicto y la manera en que se hizo; (vii.) Conclusiones propias. (Vargas-Chaves, Luna-Galván y Torres, 2019).

Para entender de lleno el curso de cada aspecto que debe incluirse en la metodología, se empieza por analizar las preguntas problema que conformarían el aspecto de *identificación y definición del conflicto* que son: ¿Cuál es la situación planteada que genera conflicto? ¿Qué instituciones están o pueden vincularse con el conflicto? ¿Cuáles son los hechos que ocasionaron el conflicto? En cuanto a las instituciones, la información podría sustraerse de, por ejemplo: el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los institutos de investigación e información ambiental, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los municipios, la Defensoría del Pueblo, las personerías departamentales y municipales, y la organizaciones no gubernamentales, comunitarias, étnicas, etc.

El aspecto siguiente que debe tenerse en cuenta es *la ubicación* y si el conflicto fue de carácter nacional, regional o local. Gracias a esto, el investigador puede situarse no solo geográficamente, sino también en circunstancias políticas pasadas que puedan dar a conocer posibles conflictos ambientales que antecedieron al actual, cuáles fueron los actores involucrados y las medidas tomadas. Además, para este aspecto, es importante resolver las siguientes preguntas problema: ¿Hay presencia de ecosistemas de especial importancia ecológica, ecosistemas estratégicos, áreas que hagan parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales, humedales, páramos, zonas de manglar u otros? ¿Hay territorios étnicos? ¿Cuáles son los efectos del conflicto en el medio natural? ¿Cuál es la importancia del lugar o ecosistema donde se genera el conflicto?

Con el fin de examinar *los aspectos sociales*, se formulan las siguientes incógnitas: ¿Cuáles son las comunidades y los actores involucrados directa o indirectamente en el conflicto? ¿Cómo son las relaciones entre los actores involucrados? Esto servirá para caracterizar a los sujetos entre individuales o colectivos y de esta manera leer mejor la situación y encontrar las respuestas idóneas desde las distintas herramientas que permitan contribuir a la estabilidad de las comunidades, el ambiente y otros.

Para *el proceso o descripción de la dinámica y patrón del conflicto*, se generan tres preguntas clave las cuales son útiles para discriminar los acontecimientos que determinaron al conflicto ambiental, así como las herramientas empleadas por los actores y las propuestas de resolución. Esas preguntas son: ¿Qué acontecimientos prendieron la chispa de esta situación? ¿Cuáles son sus causas? ¿Hay algún patrón histórico que caracterice la interacción entre los diversos actores? ¿Qué proceso o estrategia para asumir el conflicto ambiental se proponen seguir los actores?

En lo que se refiere a los *asuntos sustanciales*, la metodología pretende explicar cuáles son los motivos o intereses que impulsan las actuaciones de cada protagonista para llegar al fondo del conflicto. Por consiguiente, es importante resolver las siguientes preguntas problema: ¿Cuáles son los intereses, necesidades y valores de cada quién? ¿Qué busca cada protagonista? ¿Cómo propone conseguir lo que busca? ¿Qué necesidades básicas existen en el fondo del conflicto? ¿Cuáles son los resultados mínimos que cada uno necesita para sentir que sus necesidades están satisfechas? ¿Existen diferencias de valores y valoraciones? ¿Hay intereses en común?.

Con respecto a la descripción de los recursos para resolver el conflicto y la manera como se hizo, la metodología pretende abordar los puntos clave que determinaron la resolución del conflicto. Por último, en las conclusiones, el investigador debe resaltar cuáles fueron los retos más importantes, las herramientas idóneas, los puntos que se deben mejorar, las falencias encontradas en algunos de los protagonistas, entre otros.

Las evidencias que soportan esta investigación son extraídas del ente departamental CORPAMAG (Corporación Autónoma Regional del Magdalena). Entre esas evidencia están lo autos y conceptos técnicos de los entes municipales como la Alcaldía y Personería, especialmente, la declaración de resoluciones y de los diferentes documentos presentados por la comunidad en cabeza de sus presidentes de acciones comunales, tales como derechos de petición y solicitudes (Sierra-López, 2019).

Para ejemplificar la metodología antes expuesta, se tomó al municipio de Plato como estudio de caso, gracias al ejercicio de participación que muestra la comunidad cuando sospecha que un riesgo se puede materializar y no están dispuesta a exponerse a este. La constante preocupación de los habitantes de algunos barrios del municipio se refleja en las peticiones y

solicitudes ante sus entes institucionales, como por ejemplo se observa en este caso, en contra de la instalación de una antena de telecomunicaciones.

A raíz de esas denuncias, se busca determinar a través de un análisis de doctrina, jurisprudencial y normativo ¿cuáles son los derechos vulnerados? y ¿cuál es el rol del principio de precaución? Por lo tanto, la investigación se aparta de cualquier enfoque cualitativo o cuantitativo; puesto que al ser una investigación con un enfoque jurídico, se respalda en una metodología jurídica que busca interpretar el fin de las normas en las que se menciona el principio de precaución por medio de una perspectiva teleológica.

Es así como, la finalidad de esta investigación es deducir con un criterio interpretativo como, por medio del principio de precaución, se puede dar a comunidades en estado de vulnerabilidad, una herramienta jurídica que salvaguarde su entorno de los riesgos antropogénicos a los que la contaminación electromagnética puede llegar a exponerlas.

### **Planteamiento del problema**

El Magdalena cultural colombiano es nutrido en gran medida por los distintos festivales, carnavales y fiestas que lo convierten en un departamento rico en biodiversidad étnica, y conservador de las costumbres y tradiciones que lo identifican y representan. Por su parte, el municipio de Plato ha contribuido culturalmente al departamento con la celebración anual del Festival del Hombre Caimán; este festival se realiza a partir de la leyenda del hombre caimán, creada por el Sr. Virgilio Di Filippo, lo cual le permite a la población resaltar a nivel departamental y al municipio ser uno de los más renombrados e importantes del Magdalena (Ministerio de Cultura, s.f.).

Además de su riqueza cultural, el territorio del sur del Magdalena, ha sido históricamente considerado como un lugar de crecimiento agrícola gracias a la inmensidad de los playones que, bañados por el río Magdalena, son altamente atractivos para la cosecha y la ganadería, y en donde también existe una baraja de oportunidades al momento de conseguir mano de obra económica, gracias a la compleja situación económica que enfrenta la población.



Así pues, según el plan de desarrollo municipal 2016-2019, en el municipio de Plato, la situación de la calidad de la educación básica y media no es resaltable en los resultados de evaluaciones realizadas para acceso a la educación superior. Lo anterior corrobora la idea de Hanushek y Wößmann (2007) con respecto a que “el desarrollo de algunos municipios no se define por las habilidades cognitivas propias de una buena educación, sino por el contrario, está ligado fuertemente a los ingresos individuales” (p. 9).

Además, el municipio de Plato ha presentado aumentos significativos en la tasa de mortalidad, asociados principalmente a la vulnerabilidad que presenta la población a inundaciones por el Río Magdalena, como la presentada en el año 2010 en el que, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística la tasa de mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda, por sus siglas EDA, aumentó más de 15 puntos en comparación con el año inmediatamente anterior.

Otro aspecto que se debe resaltar de Plato es la memoria colectiva, la cual ha sido usada para difundir generación tras generación las leyendas y los mitos característicos del municipio; y que, a su vez, ha ayudado a que los *plateños* conserven en su memoria los métodos de sometimiento, sumisión y barbarie que padecieron durante el periodo del conflicto armado.

Como resultado de lo anterior, a los nacidos en Plato, así como a la mayoría de habitantes del caribe colombiano, se les ve aferrarse con más fuerza a sus familias, a sus derechos y defienden con todas las herramientas que tengan a la mano su tranquilidad y su calidad de vida (Aristizábal, Howe y Palacio, 2009, p. 24).

Sumando a esto, procesos de reintegración social, promovidos por la Política Nacional de Reintegración Social y Económica, por sus siglas PNRSE, así como situaciones de violencia física y desempleo, han llevado al municipio de Plato a convertirse en una mezcla de factores positivos y negativos que han orientado su desarrollo como población y sociedad. Por consiguiente, emergen situaciones de riesgo sistémico no cobijadas dentro del plan de desarrollo municipal que dejan por fuera realidades locales y excluyen particularidades presentadas en el territorio que lo definen y transforman.

En la presente tesis se expone uno de los conflictos ambientales ocurridos en el Magdalena, particularmente en el municipio de Plato, donde la Alcaldía Municipal, autorizó un permiso de *Licencia de construcción de instalación de una estación de telecomunicaciones* a la Empresa ATC Sitios de Colombia S.A.S. sin el debido estudio y aprobación previa de la autoridad ambiental regional, Corporación Autónoma Regional del Magdalena, en adelante CORPAMAG, y sin la socialización a la comunidad de los barrios aledaños de San José, Las Mercedes, Los Rosales y Santo Domingo.

### **Identificación y definición del conflicto**

El conflicto ambiental se inicia con la solicitud emitida por parte de los habitantes del Barrio Santo Domingo, hacia La Personería Municipal, aproximadamente tres meses antes de otorgada la Resolución No. 053 por parte del DNP municipal de Plato a la empresa ATC Sitios de Colombia, el 29 de abril del 2015, a través de una solicitud escrita, en la que dan a conocer la instalación de una estación de telecomunicaciones y, a su vez, su preocupación ante el posible riesgo al que podrían estar sometidos ante la exposición de campos electromagnéticos generados por la misma (Sierra-López, 2019).

Además, haciendo mención de la Sentencia T-1077 de 2012 de la Corte Constitucional, por

el proceso de tutela promovido por la menor Luisa María Vélez Aristizábal contra el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Ministerio de Ambiente y Protección Social, la Gobernación del Tolima, la Secretaría de Salud del Tolima, la Alcaldía de Fresno, la Secretaría de Salud de Fresno, Telefónica Telecom S.A. y ATC Sitios de Colombia S.A (...); , la Corte Constitucional (2012) resuelve entre otros seis puntos:

- Ordenar a Telefónica Telecom S.A. E.S.P. desmontar la estación base localizada en el inmueble ubicado en la calle 5ª con carrera 6ª - Esquina, en Fresno, Tolima.
- Ordenar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que, en aplicación del principio de precaución, regule la distancia prudente entre las torres de

telefonía móvil y las viviendas, instituciones educativas, hospitales y hogares geriátricos.

La comunidad del barrio Santo Domingo da a conocer a la Personería Municipal de Plato por medio de la misma solicitud, los derechos consagrados en la Constitución Política de Colombia de 1991, en los artículos 79 y 80 en los que mencionan que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo (...)” y “(...) Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”, respectivamente.

Así pues, anterior al otorgamiento de la Resolución No. 053, el 17 de julio de 2015 es entregada al Departamento de Planeación del municipio de Plato por parte del ingeniero Carlos Eduardo Londoño Mesa portador de la matrícula profesional No. 25202-37439 y funcionario de ATC Sitios de Colombia, la solicitud a través del Formulario Único Nacional, debidamente diligenciado, recibido bajo radicado número 47555-0-13-053, junto con los anexos de las medidas y linderos del suelo urbano correspondientes al predio al que le fue otorgado la licencia de dicha construcción (Sierra-López, 2019).

El conflicto ambiental se desarrolla en los barrios mencionados anteriormente y se consolida cuando se otorga, mediante Resolución No. 053 del 24 de julio del 2015, la licencia de construcción de instalación de una estación de telecomunicaciones a la empresa ATC Sitios de Colombia.

El desarrollo de este conflicto ambiental se ha caracterizado por las diversas solicitudes y derechos de petición enviados por la comunidad conformada por los barrios, a los que se ha hecho referencia anteriormente, para buscar la intervención institucional ante el otorgamiento de la Resolución antes mencionada. En consecuencia, se han visto relacionados una multiplicidad de actores tanto públicos como privados, cuyas posturas frente al caso y características serán expuestas en el *acápite 2.3. Aspectos sociales*.

A continuación, se darán a conocer los hechos ocurridos en el trascurso del conflicto, los cuales fueron obtenidos de los siguientes documentos: Resolución No. 053 del 24 de julio de 2015 del Departamento de Planeación (en adelante DNP) del Municipio de Plato, Departamento del

Magdalena; solicitud escrita por la comunidad del Barrio Santo Domingo a la Personería Municipal del 29 de abril del 2015, respuesta de solicitud de información realizada por la Personería municipal al DNP municipal, solicitud de no expedición de permiso para construcción de antena de Telefonía Móvil a la empresa ATC Sitios de Colombia S.A.S. realizada por las presidentes de Junta de Acción Comunal (en adelante JAC) al DNP municipal del 14 de septiembre de 2015; respuesta a la solicitud del 14 de septiembre de 2015 por parte del DNP municipal el 3 de noviembre de 2015, solicitud de concepto ambiental por parte del DNP municipal a CORPAMAG del 20 de octubre de 2015, auto No. 1395 de fecha 23 de octubre de 2015 de CORPAMAG y, por último, concepto técnico ambiental del 10 de marzo del 2016 de CORPAMAG.

A pesar de ser otorgada mediante Resolución No. 053 del 24 de julio del 2015 la licencia de construcción de la estación de telecomunicaciones, la comunidad de los Barrios Santo Domingo, Las Mercedes, San José y Los Rosales del municipio de Plato, en cabeza de sus presidentes de JAC, desde el 29 de abril del 2015, solicitó ante Personería Municipal que fueran considerados los hechos que se presentaron en la Calle 21 con carrera 14 A, predio adjudicado tres meses después por el DNP municipal. Dentro de las labores de acercamiento con la comunidad, se pudo constatar que el día 25 de abril del 2015, sin identificarse o manifestar documentación expedida por La Alcaldía Municipal, en particular por su DNP, funcionarios de la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA intentaron cercar o demarcar el predio cuyas medidas y linderos se detallan a continuación:

**Tabla 1**

*Demarcación de precio con medidas y linderos. Tomado de Sierra-López (2019)*

<b>Puntos cardinales</b>	<b>Linderos con predios de los vecinos</b>	<b>Medidas (metros lineales)</b>
Norte	Calle 19	23.50
Sur	Isrrael de la Hoz	23.50
Este	Pedro Osorio	21.00
Oeste	Carrera 14a	21.00

Posteriormente a los hechos antes mencionados y en vista de la reacción de la comunidad aledaña al predio, el Municipio de Plato en nombre de su DNP, envía oficio a CORPAMAG el día 20 de octubre de 2015 solicitando:

Concepto ambiental con respecto a la instalación de una estación localizada en el Barrio San José, en cercanía al Aeropuerto Las Flores de este municipio, esto con el fin de cumplir con el artículo 9 de la Resolución 053 de fecha 24 de julio de 2015, emitida por este despacho donde se le otorga licencia para la construcción e instalación de una estación de telecomunicaciones a la firma ATC SITIOS DE COLOMBIA S.A.S., ante lo cual es necesario del pronunciamiento de ustedes al respecto por petición de la comunidad. (Sierra-López, 2019).

Por su parte, CORPAMAG admite el oficio enviado por el DNP municipal de Plato con radicado N° 8080 de fecha 23 de octubre de 2015 y ordena la realización de una visita de inspección técnica, con el propósito de verificar el estado en que se encuentran los recursos naturales en el área de influencia en donde se pretende instalar la estación de telecomunicación, determinar los impactos ambientales generados y medidas ambientales de mitigación de impactos en caso de ser necesario y los permisos ambientales requeridos para la ejecución.

La solicitud de CORPAMAG fue remitida a la sede Valles y Colinas de Ariguaní y, en consecuencia, el subdirector de gestión ambiental de la CAR emite el Auto N° 1395 de fecha el 10 de marzo del 2016 y en ejercicio de las funciones de su cargo dispuso: admitir la solicitud presentada por el señor Horacio Ospino, en su condición de la oficina de Planeación del municipio de Plato; remitir la solicitud admitida al ecosistema o sede Valles y Colinas del Ariguaní y, por último, remitir en los términos del artículo 24 del Decreto 262 de 2000, copia del presente acto administrativo a la señora procuradora 13 Judicial II Agraria y Ambiental del Magdalena, para su conocimiento y fines pertinentes (Sierra-López, 2019).

En vista del otorgamiento de la Resolución No. 053 por parte del DNP municipal de Plato a la empresa ATC Sitios de Colombia, el 14 de septiembre de 2015 los señores Ameth Beleño García, presidente de la Junta de Acción Comunal, en adelante J.A.C. del barrio Las Mercedes,

Argénida Meza Ferrera, presidenta de la JAC del barrio Santo Domingo y Yadira Contreras, presidenta de la J.A.C. del barrio San José, presentan solicitud de no expedición de permiso para la construcción de estación de telecomunicaciones ante la Alcaldía y la Personería Municipal, en la que solicitan textualmente en su punto 5 y 6:

Todos los documentos de conceptos técnicos e información que soportan el cumplimiento de la reglamentación (...) de la CRC –para este caso CORPAMAG– para la instalación de antenas de telecomunicación y los documentos e información que soportan la realización de la debida consulta a la comunidad afectada por el proceso de instalación de la antena de telecomunicaciones – Barrios aledaños al Aeropuerto Municipal Las Flores y barrios Los Rosales, Barrio Santo Domingo, Las Mercedes y San José –.

Es decir que, en esta solicitud del 14 de septiembre de 2015 se constata el incumplimiento que para la fecha se le estaba dando a la licencia de construcción otorgada mediante Resolución No. 053 del 24 de julio del 2015 en sus artículos noveno y décimo segundo, que se refieren a lo solicitado por la señora Argénida Meza Ferrer en su solicitud en los puntos 5 y 6. Para mayor claridad, se citan los artículos en mención:

Artículo noveno: El titular de esta licencia de construcción en predio o suelo urbano, deberá obtener ante la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG), en el evento que sea necesario, la correspondiente licencia ambiental o los permisos, concesiones y/o autorizaciones para su ejecución, conforme a las disposiciones vigentes en esta materia (Ley 99 de 1993 – Decreto 1753 de 1994) y demás normas que regulan el uso, aprovechamiento e intervención de los recursos naturales renovables y el medio ambiente. Sin el cumplimiento de este requisito, amparada por la presente licencia de Construcción de suelo urbano no podrá ejecutarse.

Artículo décimo segundo: La presente Resolución será notificada personalmente y a los vecinos y/o terceros que se hayan hecho parte dentro del trámite. Para ello se citarán por correo certificado a la dirección que figure dentro del expediente dentro de los cinco (5) días siguientes a la expedición del acto. Si no se

pudiere hacer la notificación personal anteriormente señalada, al cabo de cinco (5) días del envío de la citación se fijará edicto en lugar público de la respectiva dependencia municipal, por el término de diez (10) días hábiles, con inserción de la parte resolutive del acto administrativo el Decreto 1469 de abril 30 de 2010.

De hecho, el 3 de noviembre de 2015 los presidentes de las J.A.C. de los barrios Santo Domingo, Las Mercedes, Los Rosales y San José reciben respuesta por parte del DNP de la Alcaldía Municipal. En esta se incluye una detallada explicación de toda la documentación que se tuvo en cuenta para la expedición de la Resolución 053; sin embargo, no da respuesta ante la petición en relación con el concepto ambiental de CORPAMAG que debería haberse incluido como documentación previamente requerida antes de la expedición de la licencia de construcción. De igual manera, tampoco se da respuesta clara en cuanto a la notificación que se le debe dar a los vecinos y/o terceros que se hayan hecho parte dentro del trámite. Si bien, se expone la realización de una publicación en el periódico el Herald y en la emisora local Kribe Stereo, no se especifican las fechas de dichas publicaciones para constatar la información suministrada en respuesta de la institución gubernamental (Sierra-López, 2019).

Después de labores de acercamiento con la comunidad, se pudo constatar que aunque no se había recibido respuesta por parte de CORPAMAG, ante la visita técnica que funcionarios de la entidad tenían que realizar y por medio de la cual se conformaría el concepto ambiental requerido por la Resolución 053 para darle inicio a las tareas de construcción; la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA S.A.S durante el 25 de diciembre del año 2015, procede a retomar los trabajos de cerramiento de muro donde instalará la estación de telecomunicaciones, dichos hechos se ocurrieron en horas de la madrugada aproximadamente a las 3:00 a.m. La fecha y hora en la que ocurrieron los hechos, permite inferir la intencionalidad de la empresa, debido a que a esas horas del día, la mayor parte de la población de Plato se encuentra descansando.

A pesar de esto, los moradores del Barrio Santo Domingo, Villa Esperanza, Urbanización los Rosales y del Barrio las Mercedes y San José siempre estuvieron atentos a este procedimiento y al escuchar sonidos atípicos en su comunidad, salen de sus hogares y evitan por vías de hecho

el cerramiento del predio. Tarea que fue considerada como primordial, para separar el predio y empezar los trabajos de instalación de la estación de telecomunicaciones. Durante el hecho y después de la presencia de La Policía Nacional, la comunidad manifiesta motivos de inconformidad como la presencia de varios hogares del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) donde habitan muchos menores y la existencia de personas de la tercera edad, que requieren una vida digna sin el riesgo de exposiciones a campos electromagnéticos.

El 10 de marzo de 2016, la Alcaldía Municipal de Plato recibe respuesta, con radicado 8080-2015 por parte de CORPAMAG, referente al concepto ambiental sobre la instalación de antena localizada en el barrio San José, en cercanía del Aeropuerto Las Flores en el Municipio de Plato Magdalena. En el documento, la CRC afirma que la preservación del ambiente depende del bienestar de la humanidad y que la instalación de la antena por la firma ATC Sitios de Colombia S.A.S. no vulneraría o pondría en peligro los recursos naturales renovables y, por lo tanto, tendría impedimentos de tipo ambiental para la ejecución del proyecto (Sierra-López, 2019).

Por último, dándole seguimiento a la gestión realizada por la Personería Municipal en cabeza de la abogada Keren Romero Rodríguez, el 13 de enero de 2017 después de gestionar información con el DNP municipal, la Personería Municipal recibe respuesta de solicitud de información en la que el director de Planeación asegura que dicha información fue suministrada a la comunidad el 3 de noviembre del año 2015 y que, de igual manera, se anexaba al oficio remitido por CORPAMAG en el que se emite el concepto ambiental del conflicto ambiental. Sin embargo, y después de recibir la información necesaria, la personería municipal no ha dado respuesta a los presidentes de las JAC en su solicitud (Sierra-López, 2019).

## **Ubicación**

Respecto a la dimensión temporal, el conflicto entre las Juntas de Acción Comunal, la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA S.A.S. y las diferentes autoridades ambientales y civiles transcurre en el año 2015, en el que se otorga la licencia de construcción y por vías de hecho se evita el inicio de actividades de construcción por parte de la comunidad, y el año 2016



en el que la autoridad ambiental, CORPAMAG, emite concepto ambiental a favor del proyecto de construcción de la estación de telecomunicaciones.

En cuanto a la dimensión territorial, es un conflicto urbano que se desarrolla en el municipio de Plato, Departamento del Magdalena, una urbe caracterizada por ser:

Evocadora del relato oral y mítico de su población, en el que un hombre se volvió caimán, signo inequívoco de la cultura anfibia de la zona, del intercambio de pesca por agricultura y ganadería. Cruzamiento de formas de vida, unas veces de río otras de tierra. (Rodríguez, 2015, p. 185).

Este conflicto inicialmente es de carácter comunal, pero debido a las solicitudes realizadas y acciones realizadas por los presidentes de las JAC, se entiende que el conflicto además de presentar un grado de complejidad, evidencia una serie de problemas relacionados con una mala comunicación entre las partes implicadas en el mismo, así como por la deficiente información y una escasa comprensión del proceso por parte de todos los actores implicados (Rodríguez, 2008). De allí se puede inferir que se está ante un conflicto de orden regional, dada la importante participación de la comunidad y la participación de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena –CORPAMAG–.

El conflicto se desarrolla en el barrio Santo Domingo en donde se otorgó licencia de construcción, este sector a su vez, colinda con los barrios San José, Los Rosales y Las Mercedes, pertenecientes al Municipio de Plato en el departamento del Magdalena. La aparición del problema se da en parte porque la gestión ambiental en el Magdalena se efectúa de manera desarticulada por medio de actores privados y públicos de los distintos niveles territoriales, por falta de conocimiento de sus competencias y jurisdicción (CORPAMAG, 2013, p. 51).

El área en la cual se desarrolló el conflicto ambiental dentro del Municipio de Plato es considerada, según su Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019, una zona de construcción urbana con zonas verdes que surge de la actividad comercial de inversión privada, principalmente después de un período de violencia indiscriminada. Por su parte, la comunidad actualmente subdivide el territorio urbano en localidades o barrios que

por iniciativa propia son representados por Juntas de Acciones Comunales (Alcaldía de Plato, 2016).

### **Aspectos sociales**

Teniendo en cuenta la información anterior, se procede a identificar los actores del conflicto ambiental. El primer grupo de actores, por tratarse de un actor colectivo, corresponde a los presidentes de las Juntas de Acción Comunales de los Barrios Las Mercedes, San José, Los Rosales y Santo Domingo, quienes ven la necesidad de ser parte de las decisiones que se tomen con respecto a su comunidad en lo que respecta al otorgamiento de licencia de construcción. El siguiente actor es la empresa ATC Sitios de Colombia S.A.S., que realiza la solicitud con objeto de instalación de una estación de telecomunicaciones.

Por su parte, la autoridad ambiental que interviene en el caso es la Corporación Autónoma Regional del Magdalena –CORPAMAG–, que no encuentra impedimentos de tipo ambiental (recursos agua, suelo, fauna y flora) para frenar la ejecución de la licencia de construcción, razón por la cual permite la iniciación de la misma. Sin embargo, analizando la situación, CORPAMAG en ningún momento dio participación a la comunidad de las implicaciones ambientales a las que serían sometidos con la instalación de la estación de telecomunicaciones; lo que a su vez excluyó a la población del acceso al conocimiento de los peligros incluidos en estas actividades.

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes (Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992, Principio 10)

Dentro de la institucionalidad del Estado, se encuentra la Alcaldía Municipal de Plato Magdalena que en cabeza de su Departamento de Planeación Municipal –DNP– otorga la licencia de construcción, acto que permitió que se intentaran iniciar actividades de construcción en el predio autorizado; sin embargo, tras la oposición de la comunidad, el DNP solicita concepto ambiental a CORPAMAG luego de ser otorgada la licencia de construcción y responde el derecho de petición ante la solicitud enviada por los presidentes de las Juntas de Acción Comunales de los Barrios Las Mercedes, San José, Los Rosales y Santo Domingo.

### **Procesos y postura de los actores**

Para describir la dinámica y el patrón del conflicto, se empezará a abordar la estrategia y posición que cada actor utilizó para asumir el conflicto ambiental.

#### **Juntas de Acción Comunales de los Barrios Las Mercedes, San José, Los Rosales y Santo Domingo**

Las personas pertenecientes a las Juntas de Acción Comunales de los Barrios Las Mercedes, San José, Los Rosales y Santo Domingo, en cabeza de sus respectivos presidentes: señor Ameth Beleño García, señora Yadira Contreras y señora Argenida Meza Ferrer, se percatan del inicio de actividades de construcción en el predio otorgado a la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA con el objetivo de instalar una estación de telecomunicaciones. Los presidentes de las JAC se oponen a lo anterior e interfieren con el inicio de las actividades de construcción. Esto demuestra que “un conflicto se produce cuando se tensiona esta estabilidad histórica entre una comunidad y su hábitat” (Walter, 2009, p. 5). Es por esto que, los presidentes de las JAC, en representación de sus comunidades, están en contra del otorgamiento de la licencia de construcción, ya que no se les tuvo en cuenta en la comunicación y socialización del proyecto.

Además, inmediatamente después del primer intento de instalación de la estación de telecomunicaciones por parte de la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA, los presidentes de las JAC presentan derechos de petición ante la Personería y a Alcaldía Municipal, entidades gubernamentales a las cuales les informan de los hechos presenciados en predio aledaño a sus viviendas y dan a conocer casos de similar envergadura como el presente

en el Decreto 195 del 2005 “por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones” (Corte Constitucional, Sentencia T-1077 de 2012).

Por los anteriores motivos, es posible afirmar que había desinformación en cuanto a los riesgos asociados a las estaciones de telecomunicaciones por las cuales se movilizan los miembros de los Barrios Las Mercedes, San José, Los Rosales y Santo Domingo. De igual forma, se podría afirmar que basándose en los fundamentos que se presentan en la solicitud escrita del 29 de abril del 2015, las comunidades aledañas al predio adjudicado para construcción, no están de acuerdo con el proyecto que iba a ejecutarse, porque consideran dañina la presencia de la estación de telecomunicaciones para su bienestar y el del ambiente. Es por esto que Rodríguez *et al.* (2008) afirman que “hasta cuando la OMS publique su evaluación sobre efectos de las ondas no ionizantes, la sociedad debe permanecer alerta” (p. 51).

#### **ATC Sitios de Colombia S.A.S.**

La empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA no ha realizado una labor con la población informando sobre los beneficios sociales que trae el proyecto, así como tampoco, los posibles riesgos a la salud y al medio ambiente que este pueden ocasionar; lo que va en contravía con las recomendaciones de la OMS (Sierra-López, 2019)...

...la cual al igual que Consuegra considera necesaria la consulta y participación activa de las autoridades locales y de la población involucrada y directamente afectada en el proceso de evaluación de impactos ambientales asociados a una actividad antrópica.

En cuanto a la solicitud escrita enviada al DNP municipal por parte de los presidentes de JAC con asunto *Solicitud de no expedición de permiso para construcción de antena de Telefonía Móvil a la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA S.A.S.*, la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA no realiza ningún pronunciamiento oficial ante la comunidad.

La falta de comunicación a la comunidad inmediatamente involucrada no impide que la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA resuelva en una primera oportunidad, sin contar con el respaldo y otorgamiento de resolución

para licencia de construcción, empezar actividades de construcción en el predio ubicado en el Barrio San José; así como tampoco impide que en contra a lo resuelto en la Resolución 053 en su artículo noveno: “El titular de esta Licencia de construcción (...) deberá obtener ante CORPAMAG (...) la licencia ambiental o los permisos, concesiones y/o autorizaciones para su ejecución (...) la empresa en una segunda oportunidad intente iniciar actividades de construcción”. Por este tipo de actuaciones (Sierra-López, 2019), “crece la contagiosidad del miedo a los riesgos percibidos o imaginarios” dentro de la comunidad (como se citó en Zorraquino, Jimeno y Pérez, 2001, p. 289).

Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG. Una vez que CORPAMAG asume competencia para el caso, por medio del Auto No 1395 del 23 de octubre de 2015, se realizan los procesos de admisión de solicitud y ordenamiento de “realización de visita de inspección técnica con el propósito de verificar el estado en que se encuentran los recursos naturales en el área de influencia en donde se pretende instalar la antena” (Sierra-López, 2019, p. 34).

Así como se ha expuesto en la identificación del conflicto, en solicitud de la Alcaldía Municipal de Plato, CORPAMAG permite por medio del concepto técnico ambiental del 10 de marzo del 2016 la instalación de la estación de telecomunicaciones; sin embargo, realizando un análisis de las fechas de documentación inmersas en este conflicto ambiental y teniendo en cuenta que su inicio se conforma con un escrito realizado por la población y dirigido a la Personería Municipal el 29 de abril del 2015, se puede inferir que la reacción institucional conjunta no fue eficaz, puesto que solo después de manifestar por la comunidad la falta de presencia de la Autoridad Ambiental Regional en la toma de decisión para el otorgamiento del permiso de construcción; a Alcaldía Municipal por medio de una solicitud de concepto ambiental, con fecha 20 de octubre de 2015, solicita a CORPAMAG su concepto técnico ambiental.

Es importante resaltar que, la Resolución 053 que permite la construcción o instalación de la estación de telecomunicaciones fue emitida por la Alcaldía Municipal de Plato desde el 24 de julio de 2015; por lo tanto, se deduce que no se tuvo en cuenta el concepto técnico de la Autoridad Ambiental como se requiere según la misma resolución en su artículo noveno, debido a que la respuesta a la solicitud realizada por la Alcaldía

Municipal, fue respondida ocho meses después de emitida la resolución de otorgamiento de construcción.

Alcaldía Municipal de Plato, Magdalena-DNP Municipal. La solicitud de licencia de construcción realizada por la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA a la Alcaldía Municipal fue realizada bajo radicado número 47555-0-13-053 con fecha 17 de julio de 2015 y el otorgamiento de la Resolución en la que se permitió dicha solicitud fue emitida el 24 de julio de 2015, ocho días después. Al hacer un análisis de este actor, se puede colegir que para esta institución no hubo cabida para la participación colectiva, el acceso a la información, la concientización de la población o consulta a Autoridades Ambientales Regionales antes de tomar esta decisión y, en consecuencia, la comunidad no tuvo libre acceso a la información referente a los peligros adheridos a actividades realizadas en su entorno.

Además, en temas de salud, la Resolución 053 en su artículo sexto menciona que “la obra (...) debe ser ejecutada de forma tal que garantice tanto la salubridad de las personas, como la estabilidad de los terrenos” (Sierra-López, 2019, p. 40 ); sin embargo, al examinar la solicitud realizada a la Alcaldía Municipal en septiembre 14 de 2015, se aprecia que los presidentes de las JAC de los barrios aledaños al predio otorgado para construcción, consideran que la instalación de una estación de telecomunicaciones es claramente un riesgo para la salubridad de los 7 hogares infantiles a los que asisten niños menores de cinco años y mujeres gestantes y lactantes de la comunidad.

Así pues, para la Organización Mundial de la Salud (1966): “La disponibilidad y accesibilidad a los servicios de salud (debe ser no discriminatoria, accesible económica y físicamente, y con amplia información) y la aceptabilidad y calidad en la prestación de tales servicios”. Es por esto que la posición de este actor en cuanto a la salud no fue vinculante, sino más bien excluyente, ya que en lugar de aprovechar la situación para informar ampliamente a la población de los posibles peligros existentes alrededor de actividades, como la instalación de una estación de telecomunicaciones, la Alcaldía Municipal permitió la desinformación general y con esto la oposición de dicha actividad por parte de la comunidad.

Si bien, la Alcaldía municipal responde el 3 de noviembre de 2015 a la solicitud realizada por los representantes de las comunidades aledañas

al predio concedido con licencia de construcción; los funcionarios que en ese momento lideraban las oficinas de Planeación Municipal se limitaron a responder con los datos de los documentos que técnica y legalmente les permitieron otorgar dicha licencia.

Personería Municipal de Plato, Magdalena. La Personería Municipal de Plato fue el primer instrumento institucional al que recurrieron los pobladores de los barrios Las Mercedes, San José, Los Rosales y Santo Domingo; pero fue una de las instituciones del Estado la que en última instancia les responde. Lo anterior se verifica con la solicitud realizada por los presidentes de dichos barrios el 29 de abril de 2015 con el asunto No expedición de permiso para construcción de antena de (Telefonía Móvil a la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA S.A.S.). Dicha solicitud se responde por parte del ente el 17 de enero de 2017, aproximadamente dos años después.

Defender los intereses de la sociedad es una función constitucional que la Personería Municipal de Plato cumple, aproximadamente dos años después, pues los propios moradores de los barrios aledaños al predio otorgado para construcción los hacen cumplir por vías de hecho, por medio de la imposición civil ante los distintos intentos de instalación que la empresa ATC SITIOS DE COLOMBIA realizó. Haciendo un análisis de este actor, se deduce el papel de la Personería pudo ser decisivo para la comunidad si hubiese actuado oportunamente, porque la comunidad habría tenido más herramientas legales a su alcance que apoyaran su posición ante la situación presentada.

### **Aspectos sustanciales del problema**

En el caso que nos ocupa se evidencia la vulneración de derechos de tipo colectivo y de carácter fundamental. En el primer grupo se encuentra el derecho al medio ambiente que tiene la comunidad del municipio de Plato en el departamento del Magdalena, mientras que en el segundo se encuentran los derechos a la salud y vida digna de los habitantes del sector, en especial de los niños que se encuentran en los hogares del I.C.B.F, adolescentes y las personas de la tercera edad que se hallan cerca de la zona donde se está instalando la estación de telecomunicaciones y que podrían verse afectadas por las radiaciones electromagnéticas de la misma.

La Constitución Política en su artículo 79 consagra la facultad que tienen las comunidades de participar en las decisiones sobre el ambiente que puedan afectarle: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente”. Además, en el artículo 80 establece en su inciso segundo que “el Estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”.

En la Sentencia C-449 de 2015 en la cual se demandó la constitucionalidad de algunos apartes de la Ley 99 de 1993, la Corte Constitucional en Sentencia C-449 de 2015 determinó el sentido y alcance de este derecho al expresar:

Ha explicado la Corte que la defensa del medio ambiente sano constituye un objetivo de principio dentro de la actual estructura del Estado social de derecho. Bien jurídico constitucional que presenta una triple dimensión, toda vez que: es un principio que irradia todo el orden jurídico correspondiendo al Estado proteger las riquezas naturales de la Nación; es un derecho constitucional (fundamental y colectivo) exigible por todas las personas a través de diversas vías judiciales; y es una obligación en cabeza de las autoridades, la sociedad y los particulares, al implicar deberes calificados de protección (Corte Constitucional, Sentencia C-449 de 2015)

Con respecto al derecho a la salud, aunque en un principio se consideró como un servicio público consagrado en el artículo 49 de la Constitución Nacional, con el desarrollo jurisprudencial sobre la materia se estableció como derecho fundamental.

En un comienzo, esta teoría fue explicada a través de la conexidad con derechos fundamentales como el de la vida y, por lo tanto, exigible a través de un medio idóneo y primordial por el cual se exige el cumplimiento y la cesación de la vulneración de los derechos fundamentales. La acción de tutela, la Sentencia T-597 de 1993, fue una de las primeras en exponer esta teoría.



Posteriormente, en la Sentencia T-016 de 2007, se establece la viabilidad de la exigencia de garantías al derecho a la salud, sin el requisito de encontrarse en conexidad con derechos de carácter fundamental, pero debiendo cumplir con ciertos requisitos. El Alto Tribunal expresó en relación con ello lo siguiente:

A propósito del derecho fundamental a la salud puede decirse que respecto de las prestaciones excluidas de las categorías legales y reglamentarias únicamente podrá acudirse al amparo por vía de acción de tutela en aquellos eventos en los cuales logre demostrarse que la falta de reconocimiento del derecho fundamental a la salud (i) significa a un mismo tiempo lesionar de manera seria y directa la dignidad humana de la persona afectada con la vulneración del derecho; (ii) se pregona de un sujeto de especial protección constitucional y/o (iii) implica poner a la persona afectada en una condición de indefensión por su falta de capacidad de pago para hacer valer ese derecho (Corte Constitucional, Sentencia T-016 de 2007).

Finalmente, en la Ley Estatutaria de Salud 1751 de 2015 el derecho a la salud es considerado derecho fundamental sin conexidad alguna o condiciones de alguna índole.

Habiendo expuesto aspectos claves de estos derechos, se pasa a estudiar la relación que se le ha dado a ambos en la jurisprudencia nacional.

Para llevar a cabo lo anterior, es preciso citar la Sentencia T-415 de 1992 de la Corte Constitucional en la cual se inició una acción de tutela por parte del Dr. Jesús Sanguino, quien actuó en representación de la institución Fundepúblico por el poder que le otorgaron las Juntas de Acción Comunal de los barrios La Planta y Cocicoinpa en el municipio de Bugalagrande, Valle del Cauca; contra el Alcalde del Municipio, el Personero y el director de la Secretaría de Salud del departamento; en razón a los problemas ambientales que estaba generando la empresa SOCAPAT LTDA con la extracción de piedras y materiales para la mezcla asfáltica, y que perjudicaba a los residentes del sector, pues estaba funcionando sin el lleno de los requisitos legales básicos en materia ambiental.

Pues bien, en esta providencia, la Corte Constitucional en Sentencia T-415 de 1992 decidió tutelar los derechos al medio ambiente y la salud bajo las siguientes consideraciones:

El derecho al medio ambiente y en general, los derechos de la llamada tercera generación, han sido concebidos como un conjunto de condiciones básicas que rodean al hombre, que circundan su vida como miembro de la comunidad y que le permiten su supervivencia biológica e individual, además de su desempeño normal y desarrollo integral en el medio social. De esta manera deben entenderse como fundamentales para la supervivencia de la especie humana. Nuestra Constitución consagra no sólo la protección de los derechos fundamentales cuandoquiera que estén afectados por daños ambientales, sino también unos derechos del ambiente específicos –a participar en las decisiones que lo afecten, por ejemplo y también un derecho fundamental al medio ambiente–. (Corte Constitucional, Sentencia T-415 de 1992).

Más recientemente en la Sentencia T-154 del 2013 en acción de tutela instaurada por el Sr. Orlando José Morales contra la empresa Drummond Ltda. por la explotación de la mina Pribbenow de forma indiscriminada y sin control ambiental a pocos metros de su lugar de residencia en el municipio La Loma, El paso en el departamento de César, que estaba generando afectaciones a sus derechos fundamentales a la salud, vida, entre otros; la Corte en la citada sentencia se expresó de esta manera:

La conservación del ambiente no solo es considerada como un asunto de interés general, sino principalmente como un derecho internacional y local de rango constitucional, del cual son titulares todos los seres humanos, ‘en conexidad con el ineludible deber del Estado de garantizar la vida de las personas en condiciones dignas, precaviendo cualquier injerencia nociva que atente contra su salud’. Al efecto, la Constitución de 1991 impuso al Estado colombiano la obligación de asegurar las condiciones que permitan a las personas gozar de un ambiente sano y dispuso el deber de todos de contribuir a tal fin, mediante la participación en la toma de decisiones ambientales

y el ejercicio de acciones públicas y otras garantías individuales, entre otros. (Corte Constitucional, Sentencia T-154 de 2013)

Con esto no sólo se demuestra la importancia que para el constituyente tuvo el derecho al medio ambiente, sino las cargas que conciernen tanto al Estado como a los ciudadanos en la protección del mismo y la viabilidad que tiene su exigencia por acciones como la acción de tutela.

Igualmente, es preciso mencionar que la Corte Constitucional en Sentencia T-154 de 2013, como máxima interprete de la Constitución, en este caso dio cabida a la aplicación de principio ambiental de precaución, como orientador de la gestión del riesgo; establecido en el numeral 8 del artículo 3 de la Ley 1523 de 2012, determinando que este hace parte del ordenamiento positivo desde su incorporación en la Ley 99 de 1993 y tiene aplicación en casos en los cuales, si bien no existe una certeza científica, si existe un riesgo de daño irreversible al ambiente y es admisible tomar medidas contra el riesgo sin perjuicio de la inmadurez científica.

Ahora bien, en el caso aquí tratado, se evidencia que existe una preocupación lógica y razonable en la comunidad del municipio de Plato en Magdalena por la instalación de una estación de telecomunicaciones y las radiaciones electromagnéticas contaminantes y los perjuicios a la salud de los residentes del sector, ya que actualmente existe un debate en la comunidad internacional sobre si las radiaciones emitidas por estas antenas pueden afectar la salud humana.

Teniendo en cuenta la importancia de los derechos al medio ambiente y a la salud en estrecha correspondencia con la vida, y su posible vulneración ante la situación que aquí se expone, resulta imperioso recordar la obligación que tiene el Estado colombiano en la protección del medio ambiente y la salvaguarda de los derechos fundamentales de sus habitantes.

Esto con el fin de perseguir que en esta comunidad y, en general a nivel nacional, se expida una normatividad que regule de manera más formal el principio de precaución para que de una forma conciliatoria entre el desarrollo económico y los intereses medioambientales se tomen medidas tendentes a mitigar o aminorar el riesgo que la instalación de bases de telefonía móvil pueda traer a la salud humana, así como los riesgos que puedan traer nuevas actividades.

La Corte Constitucional determinó, además, los medios o vías judiciales por los cuales es posible exigir la salvaguarda de estos derechos ante situaciones de tal índole, que resultan actualmente en la práctica ser difusas, imprecisas y la decisión sobre casos de esta singularidad que son llevadas a instancias judiciales terminan dependiendo la interpretación y juicio del juez que las valore.

### **Conclusiones propias del conflicto ambiental**

La Alcaldía Municipal de Plato, a la orden de la solicitud de construcción realizada por la empresa ATC Sitios de Colombia S.A.S., expide una resolución que al conceder la petición deja automáticamente por fuera las opiniones u objeciones del resto de los actores vinculados.

Tanto la participación de CORPAMAG como la de la misma comunidad fueron obviadas y la abrupta interrupción en el inicio de actividades de instalación de una estación base de telecomunicaciones solamente permitió que por medio de vías de hecho, los individuos de los barrios vecinos pronunciaran su voz.

Esta situación lleva a que la comunidad intente por medios jurídicos y oficiales obtener información que debía ser suministrada a esta con anterioridad, precisión y claridad; sin embargo, no se consideran propicias u oportunas las respuestas obtenidas por instituciones como la Alcaldía Municipal o la Personería Municipal.

Hasta el momento, la comunidad científica no se ha puesto de acuerdo en si existen riesgos asociados a la radiación no ionizante que producen elementos eléctricos o electrónicos como las antenas de telecomunicaciones; por lo tanto, es razonable entender la prevención de la comunidad a tener estas estructuras en inmediaciones de sus hogares.

Con base en lo anterior, se concluye que la situación analizada se considera como un conflicto ambiental en el que existe un riesgo para la salud humana y ambiental, y en el que la participación de los actores no es equitativa y, consecuentemente, la comunidad tiene que exigirla a la fuerza.



## CAPÍTULO 7

# Reflexiones finales

### **La proximidad de las antenas en núcleos urbanos como riesgo desde la óptica de Ulrich Beck**

Introducido en 1986 el concepto de sociedad de riesgo y haciendo referencia a la alta vulnerabilidad en la que se encuentran las comunidades actuales debido al constante avance ininterrumpido y acelerado de la tecnológica, Beck (2016) afirma que el riesgo, además de inexorable:

Irrumpe la vida cotidiana de las personas y más, si éste se asocia a la incertidumbre generada por la contaminación electromagnética emitida por equipos y elementos electrónicos con los que constantemente se vincula a la humanidad. Más que una relación, entre la tecnología y la humanidad existe cada vez más, un vínculo estrecho y en aumento dependiente en el que, la adaptabilidad como especie hacia la velocidad con la que se crea la tecnología, fluctúa constantemente y abre espacio para discutir sobre la responsabilidad ante el riesgo que deben asumir en últimas las personas (p. 171).

En cuanto a la responsabilidad del riesgo ante la cercanía de la contaminación electromagnética, hasta el momento en Colombia, no existe una legislación clara que establezca las distancias mínimas que deben aplicarse al momento de la instalación, por ejemplo, de antenas de telecomunicaciones en centros altamente poblados. Hasta el momento, para el sector privado encargado de realizar instalaciones en municipalidades, no es un deber el realizar una medición de contaminación EM-NI. De igual forma, el desconocimiento y desvinculación del tema en los planes de ordenamiento territorial, junto con la falta de legislación y políticas nacionales de regulación; crea un “coctel peligroso de riesgo” (Beck, 1998, p. 509) que, según este autor, es producto de la industria, exteriorizado

por la economía, individualizado por el sistema legal y estimado como inofensivo por la política.

Del mismo modo, en un entorno de creciente deterioro ambiental, permanente transformación de la naturaleza por la acción humana y constante aumento de normas y legislación ambiental; se crea una sociedad de riesgo que según Beck (1998):

Fundamenta la idea de irresponsabilidad organizada; es así como, en gran parte gracias a la incertidumbre científica que existe alrededor de la contaminación electromagnética hacia la salud y el ambiente, ha sido difícil estructurar un logaritmo de respuesta ante situaciones en las que se presente claramente vulnerabilidad y la responsabilidad ante el riesgo que tenga el propietario (p. 510).

Pina, Aranda, Nievas y Martínez (2001), por su parte, analizan la situación desde la óptica del alarmismo:

En esta la percepción de los individuos genera un efecto aún más agudo del riesgo generado por las antenas de telecomunicaciones, del que realmente este tiene; además advierte que, recomendaciones a nivel internacional se han publicado para el dominio de las personas con respecto a su exposición a las ondas electromagnéticas producidas por dichas antenas (p. 289).

La Comisión Internacional para la Protección contra Radiación no Ionizante (ICNIRP, 2009) por su parte, ha dispuesto en Estados Unidos, normas con una gran acogida por parte de la comunidad; sin embargo, en Colombia, no se cuenta con reglamentaciones que respondan a las constantes problemáticas socio-ambientales presentadas ante los entes jurídicos.

En efecto, la Corte Constitucional ha emitido Sentencias como la T-360 de 2010 y T-1077 de 2012: en las que ordena al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que, dentro del marco de sus funciones y en aplicación del principio de precaución, regule la distancia prudente entre las torres de telefonía móvil y las viviendas, instituciones educativas, los hospitales y hogares geriátricos.

No obstante, el número de antenas de telecomunicaciones ya instaladas es alarmante y erradicarlas por completo no resuelve en sí el problema. Según Marcos y del Arco (2009):

La oposición radical de las personas ante la instalación de antenas en sus comunidades, está obviando la necesidad a las antenas que tienen muchos ciudadanos para el funcionamiento de sus equipos electrónicos, al recibir y emitir señal y así obtener una buena cobertura (p. 551).

La reacción de un individuo asumiendo una actitud precautoria ante situaciones y elementos tecnológicos que se presentan a diario y de forma vertiginosa en su hogar, su trabajo y su comunidad es comprensible. Esto tiene mucho que ver con la aprobación y el entendimiento de los riesgos que el individuo esté dispuesto a correr y cree que puede controlar. Cuando se habla de contaminación electromagnética, los riesgos no son perceptibles o visibles; por lo tanto, su control no es determinado con certeza. Además, al no exponerse claramente las normas o recomendaciones en el país, existe un desconocimiento del riesgo asumido y la vulnerabilidad del individuo es latente y no fácilmente cuantificable. Según Beck (2016), "(...) la sociedad se ha convertido en un laboratorio" (p. 182) y los riesgos ya no son asumidos por la ciencia en los laboratorios de manera controlada y manipulada, en cambio, las teorías son comprobadas luego de realizarse los experimentos, pero se desconocen sus consecuencias.

### **La irreversibilidad de los daños sistemáticos de la contaminación electromagnética**

El conocimiento, la ciencia y las teorías que se fundamentan en riesgos carecen cada vez más de imparcialidad, veracidad y certeza; lo anterior en gran medida es provocado por la influencia política y económica que se anexa a los descubrimientos y avances de la tecnología. Empero, la responsabilidad ante los resultados encontrados en investigaciones con financiación se diluye entre el "coctel peligroso de riesgo", al que se hizo alusión anteriormente, lo cual ocasiona que la sociedad en conjunto, pero principalmente el sector más vulnerable de ésta, reciba los daños que de manera sistémica son producidos.

Ahora bien, desde el punto de vista ambiental, "la responsabilidad debe encontrar asistencia en el estado y en la industria, sobre todo, teniendo



en cuenta que en muchos casos el daño al ambiente es considerado como un mal menor y no es respaldado correctamente” (Maldonado, 2011, p. 78).

Así mismo, la contaminación electromagnética, producto de la introducción de la tecnología a las comunidades, en búsqueda de la modernidad, ha permitido que por políticas y planes de desarrollo del país como Visión Colombia Segundo Centenario 2019 y el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 –Prosperidad para todos–, la sociedad viva en constante incertidumbre acerca de los riesgos de la contaminación electromagnética a los que se encuentran expuestos y que afectan la cotidianidad de los centro urbanos. Lo anterior se debe en gran parte, al desconocimiento de las personas sobre el tema y a la imposición de equipos y estructuras que generan campos magnéticos de los cuales deben tomarse medidas de precaución y cautela para permitir un desarrollo integral de las telecomunicaciones y la población.

Así pues, teniendo en cuenta la introducción del concepto de riesgo sistémico (OCDE, 2000), se puede analizar la gestión de los riesgos para la salud humana producto de la contaminación electromagnética, considerando tanto la complejidad de las causas y los escenarios en que se generan, como el carácter multifacético de las posibles consecuencias.

Desde el punto de vista de la OCDE (2000), los riesgos ambientales, incluyendo los generados por la contaminación electromagnética, deben ser analizados desde una perspectiva sistémica. Así como los factores ambientales, son parte de éste sistema, los factores económicos, sociales, políticos, científicos y tecnológicos, en conjunto, contextualizan los posibles riesgos a los que la salud humana se expone.

En este sentido, la interacción compleja y no lineal de los diferentes factores genera el surgimiento de procesos que influyen en la creación de riesgos ambientales. Estos procesos de estructura irreversible forjan una sobreexplotación de los recursos de uso común (RUC) y un cambio drástico en la conformación de las sociedades. En el caso de la contaminación electromagnética, la presencia invisible de riesgos para la salud y el ambiente ocasionada por la introducción de elementos generadores de RNI se ha convertido para las sociedades en un componente necesario en la búsqueda del desarrollo y la modernidad.

Es así como, a pesar de ser considerados riesgos sistémicos, por los múltiples factores que los conforman, para la toma de decisiones con fines de resolver los conflictos socio-ambientales producto de estos riesgos, no son tenidos en cuenta la totalidad de los actores. De este modo, los conflictos y posibles riesgos socio-ambientales que son creados por un *coctel de riesgo* son asumidos por toda la sociedad expuesta y vulnerable que sin distinción de clase social utiliza la tecnología y se rodea cada vez más de contaminación electromagnética.

De igual forma, se plantea que el daño irreversible producto de la contaminación electromagnética creada por la humanidad ha expuesto a la misma a riesgos sistémicos, lo cual ha dejado de manifiesto la vulnerabilidad a la que la sociedad ha llegado con la tecnología como símbolo de desarrollo. De este modo, Oltra (2005) “distingue los peligros a los cuales la humanidad ha estado expuesta durante toda su existencia de los riesgos que son causados por la misma en la búsqueda de la modernidad” (p. 138).

La industria de las telecomunicaciones, abriendo las puertas al riesgo, ha permitido la introducción de la comunidad a la mesa de discusión. Mientras que la confrontación entre modernidad y bienestar ha sido tema de un gran número de estudios científicos, el ICNIRP (1988) afirma que:

En el caso de la contaminación electromagnética, ha sido el desconocimiento de los individuos al respecto de los riesgos y normativas de prevención hacia la contaminación electromagnética, una de las principales causas de oposición a la presencia de por ejemplo, EBTM dentro de sus comunidades (p. 25).

Lo anterior, es una fiel muestra de la transición de una sociedad de riesgo a una modernidad reflexiva, en donde según Beck (2003), la ciencia como eje central, fija los riesgos pero la población los percibe.

Por tanto, en la búsqueda de una sociedad equilibrada y responsable, la ciencia en su papel de experto debe posibilitar el acercamiento de la comunidad a los nuevos avances tecnológicos, permitiendo encontrar lo que Beck (2003) denomina “democracia ecológica: alejando a la sociedad de la tiranía y del desequilibrio ambiental” (como se citó en Oltra, 2005, p. 141).

## **La desigualdad social generada por la instalación de antenas en núcleos densamente poblados**

La contaminación electromagnética, un tipo de contaminación que hace parte del complejo sistema socio-ambiental, hace presencia indistintamente en las clases altas o bajas de la sociedad. La alta dependencia y necesidad cada vez más de los individuos de la tecnología, ha permitido que la RNI entre a todos los hogares de la sociedad y ejerza un despliegue homogéneo de riesgo en todas las direcciones de la escala social.

Según asegura García (2005):

El aumento de la interacción entre las actividades humanas y la construcción socioeconómica actual ha condicionado el inicio o incremento de amenazas o fenómenos naturales peligrosos. Estos riesgos socio-naturales se mezclan con situaciones de vulnerabilidad y desigualdad social y económica, obteniendo peligros de mayor complejidad (como se citó en Campos-Vargas, Toscana-Aparicio y Alanís, 2015, p. 55).

Específicamente hablando, los seres humanos se encuentran en un riesgo antrópico de carácter tecnológico, el cual es utilizado por Pellegrini (2007) “para cuestionar los impactos que las nuevas tecnologías tendrían sobre el medio ambiente, la salud humana y la dinámica socio-económica” (p. 51). Según Beck (1998), “las sociedades del riesgo no son sociedades de clases; sus situaciones de peligro no se pueden pensar como situaciones de clases, ni sus conflictos como conflictos de clases” (p. 42).

Así pues, Beck (1998) afirma que “los riesgos de la modernización afectan más tarde o más temprano también a quienes los producen o se benefician de ellos. Contienen un efecto bumerang que hace saltar por los aires el esquema de clases” (como se citó en Pellegrini, 2007, p. 14).

Desde la perspectiva antrópica, Lavell (1996) afirma que “el riesgo es producto de una contradicción entre los intereses individuales de algunos pocos y la seguridad de otros o de la población” (p. 35); refiriéndose al conflicto de intereses generados entre sectores públicos y privados, la falta de consenso entre éstos y, consecutivamente, la creación de conflictos y conformación de situaciones de riesgo.

En el caso de la contaminación electromagnética, se expone que los riesgos que se asocian a ésta son transversales a toda la sociedad, vulnerable y no vulnerable; sin embargo, situaciones y condiciones asociadas a la desigualdad, debilitan sectores de la sociedad en los que pueden presenciarse con mayor facilidad amenazas hacia la población.

La vulnerabilidad de una sociedad desigual es generadora de amenazas; pero la vulnerabilidad por desconocimiento y falta de adaptabilidad aumenta el grado de amenaza, ya que, en palabras de Wilches Chaux (1993), “es traducida como la incapacidad de absorber mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio” (como se citó en Torres y Ochoa, 2007, p. 3).

Por su parte, la instalación de antenas de telecomunicaciones, se acomoda en el significado de amenaza antrópica que, para Torres y Ochoa (2007), “se deriva de fenómenos generados por el uso o aplicación inadecuada de tecnologías” (p. 3).

De este modo, a pesar de estar expuesta potencialmente a una amenaza antrópica, la instalación de EBTM en las comunidades es una acción generadora de desigualdad social, debido a que después de la generación de un desastre, la resiliencia de la comunidad deja de ser totalitaria y vinculante y, aquellos sectores que eran vulnerables por desigualdad social además de ser vulnerables por estar expuestos a fuentes de contaminación electromagnética, demuestran la incapacidad de recuperarse con facilidad ante la presencia de necesidades básicas insatisfechas.

Por consiguiente, aunque según Beck (1998) “los riesgos de la modernización tarde que temprano alcanzan a todas las esferas de la sociedad” (p. 29), para Pellegrini (2007):

En América Latina los riesgos tecnológicos –como los riesgos por instalación de EBTM– si manifiestan en la sociedad una forma de desigualdad; en principal manera, debido a que los beneficios del conocimiento en la ciencia y tecnología son distribuidos de modo inequitativo, mientras que los riesgos generados por el mismo conocimiento, son democratizados (p. 65).

De este modo, aunque ambos autores concuerdan en que el efecto *bumerang* genera el riesgo tecnológico, para Pellegrini (2007), “es importante

resaltar que para las bajas esferas de la sociedad latinoamericana, la situación no es tan homogénea y, en consecuencia, no verán los beneficios de la introducción de las nuevas tecnologías de manera inmediata, pero sí, sus riesgos” (p. 65).

## Referencias

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (2003). *Lecciones tardías a partir de alertas tempranas: el principio de precaución 1896-2000*. Madrid: Centro de Publicaciones del MMA.
- Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (2011). *Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans*. Press release, 208.
- Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (2013). *Non-ionizing radiation, Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields*. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 102 (PT 2), 1.
- Albert, L. A. (2004). Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos. *Revista de la facultad de salud pública y nutrición*, 14, 228-231.
- Aldasoro, R., Cordero, M. C., Rapallini, J. A., Staiano, A. S., Staiano, M. Á. y Szymanowski, A. (2013). *Contaminación electromagnética: medición de RNI*. En Actas del VII Congreso de Medio Ambiente, La Plata, Argentina. Recuperado de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26490/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26490/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alfonso, N. (2016). *Principios básicos para la gestión ambiental*. Bogotá: Alfaomega.
- Álvarez, H. J. y Rodríguez, D. T. (2013). Conservación de la biodiversidad en Colombia, una reflexión para una meta: conocer y educar para conservar. *Cuadernos de biodiversidad*, (42), 31-37.
- Álvarez, T. A., Sarabia, M. S., y Alfaro, A. G. (2002). Una revisión de la evolución del hombre, como precursor del deterioro ambiental. *Revista de Zoología*, (13), 17-23.
- Andrade, G. I. y Ruiz, J. P. (1992). *Biodiversidad, conservación y uso de recursos naturales: Colombia en el contexto internacional*. Bogotá: Fundación Friedrich Ebert de Colombia.
- Andrade, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la in-

- teracción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-508.
- Aristizábal, E. T., Howe, K., y Palacio, J. E. (2009). Vulneración psicológica en víctimas y victimarios por efecto del conflicto armado en Magdalena, Atlántico, Cesar, Sucre y Bolívar. *Revista de Psicología de la Universidad de Antioquia*, 1(2), 7-26.
- Badel, A., Rico, J., Gaviria, M., Arango, D. y Hernández, C. (2017). Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(3), 222-229.
- Balmori, A. (2003). Aves y telefonía móvil. Resultados preliminares de los efectos de las ondas electromagnéticas sobre la fauna urbana. *El Ecologista*, 36, 40-42.
- Balmori, A. (2004-a). ¿Pueden afectar las microondas pulsadas emitidas por las antenas de telefonía a los árboles y otros vegetales? *Revista Ecosistemas*, 13 (3), 220-232.
- Balmori, A. (2004-b). Posibles efectos de las ondas electromagnéticas utilizadas en la telefonía inalámbrica sobre los seres vivos. *Ardeola*, 51(2), 477-490.
- Balmori, A. (2006). Efectos de las radiaciones electromagnéticas de la telefonía móvil sobre los insectos. *Revista Ecosistemas*, 15(1), 50-67.
- Barceló, D. y López, M. J. (2008). *Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Barrios, E. H. y Padilla, A. M. (2013). Concentración del campo magnético en las cercanías a líneas de transmisión y subestaciones de transformación de energía eléctrica en la provincia de Trujillo-Perú 2007. *Sciéndu*, 13(2), 1-8.
- Beck, U. (1998). La política de la sociedad de riesgo. *Estudios demográficos y urbanos*, 13(3), 501-515.
- Beck, U. (2003). *Sobre el terrorismo y la guerra*. Barcelona: Grupo Planeta.
- Beck, U. (2016). La teoría de la sociedad del riesgo reformulada. *Revista Polis*, 1(1), 171-196.
- Beléndez, A. (2008). La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la síntesis electromagnética de Maxwell. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(2), 2601-1.

- Bell, D. (1976). *El advenimiento de la sociedad post-industrial: un intento de prognosis social*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bergareche, R. L. (2013). Contaminación por radiación electromagnética en personas vulnerables: tutela preventiva y generación de otras fuentes de energía. *Actualidad jurídica ambiental*, 30, 28-31.
- Bonil, J., Calafell, G., Granados, J., Junyent, M. y Tarín, R. M. (2012). Un modelo formativo para avanzar en la ambientalización curricular. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(2), 145-163.
- Bryan, T., y Gildersleeve, R. (1988). Effects of nonionizing radiation on birds. *Comp, Biochem. Physiol*, 89a(4), 511-530.
- Cabal, C., Otero, G. y Acuña, J. (2005). Informe sobre campos electromagnéticos y la salud humana (1a. parte). *Electromagazine: la revista técnica del sector eléctrico del Uruguay*, (18), 36-43.
- Cáceres, V. (2016) La regulación ambiental: el caso de las antenas de telecomunicaciones en Argentina. *Actualidad Jurídica Ambiental*, (60), 4-28.
- Cafferata, N. (2007). Derecho, medio ambiente y desarrollo. México DF: Editorial INE-Semarnat.
- Campa de la, F. (2011). *Contribución al estudio de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes generadas y radiadas en los buques y exposición laboral* (Tesis doctoral). Universidad de Cádiz, Cádiz, España.
- Campos-Vargas, M., Toscana-Aparicio, A. y Alanís, J. C. (2015). Riesgos socionaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 53-69.
- Chacón, M. P. (2017). El camino hacia la efectividad del derecho ambiental. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, 5(1), 34-48.
- Colina (2000).
- Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (1998).
- Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (2010).



- Comunidad Andina de Naciones, Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología, 2000.
- Consuegra (¿?).
- Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992).
- Convenio sobre Diversidad Biológica (1992)
- Cózar, J. M. (2005). Principio de precaución y medio ambiente. *Revista Española de Salud Pública*, 79, 133-144.
- Cruz, V. M. (2009). Riesgo para la salud por radiaciones no ionizantes de las redes de energía eléctrica en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 26(1), 104-112.
- Declaración de Estocolmo de 1972
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente de 1992
- Doménech, G. (2004) El control municipal de la contaminación electromagnética. Recuperado de: [http://repositorio.gobiernolocal.es/xmlui/bitstream/handle/10873/1129/medio\\_ambiente\\_34\\_domelech.pdf?sequence=1](http://repositorio.gobiernolocal.es/xmlui/bitstream/handle/10873/1129/medio_ambiente_34_domelech.pdf?sequence=1)
- Estrada, A., Gallo, M. y Núñez, E. (2016). Contaminación ambiental, su influencia en el ser humano, en especial: el sistema reproductor femenino. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 80-86.
- Félix, M., Galván, E., Rubio, E. y Castaño, V. (2014). ¿Son dañinos los campos electromagnéticos generados por las telecomunicaciones? Una revisión crítica de la polémica inocuidad-riesgo en la salud pública. Memoria X. Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia.
- Flores, G. (2019). Mecanismo carcinogénico asociado a la exposición al Bisfenol A. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 28(1), 125-133.
- Foster, K., y Glasser, R. (2007). Thermal mechanisms of interaction of radiofrequency energy with biological systems with relevance to exposure guidelines. *Health Phys*, 92(6), 609-20.
- Fundación MAFPRE. (1994). *Manual de contaminación ambiental*. Madrid: MAPFRE.
- Gallastegi, M., Jiménez-Zabala, A., Santa-Marina, L., Aurrekoetxea, J. J., Ayerdi, M., Lertxundi, A., ... y Ibarluzea, J. (2016). Percepción del riesgo a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en la cohorte INMA-Gipuzkoa. *Revista de Salud ambiental*, 16(2), 118-126.

- Gallego, L. M., Torres, J. I. y Castañeda, J. A. (2014). Análisis dimensional del riesgo percibido por la exposición del público a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Luna Azul*, 39, 105-123.
- García, A. (2004). *Análisis de irradiación electromagnética en las inmediaciones de una radio base sectorizada bajo condiciones andinas*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- García, S. (2005). *La salud humana y los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (CEM-FEB)*. Buenos Aires: Asociación Toxicológica Argentina.
- Gómez, H. A. y Melo, J. E. P. (2015). Radiaciones ionizantes, efectos biológicos y realidad legislativa colombiana del personal ocupacionalmente expuesto. *Revista Salud Areandina*, (2), 92-104.
- González, M., Bermeo, J., Laverde, L. y Tafurt, Y. (2019). Carcinógenos ambientales asociados a cáncer infantil. *Universidad y salud*, 21(3), 270-276.
- Grigor'ev, I. U. G., Luk'ianova, S. N., Makarov, V. P. y Rynskov, V. V. (1995). Total bioelectric activity of various structures of the brain in low-intensity microwave irradiation. *Radiatsionnaia Biologiii Radioecologia*, 35, 57-65.
- Grohmann, P. (1997). Los movimientos sociales y el medio ambiente urbano. *Nueva Sociedad*, 149, 146-160.
- Guerrero, J., y Pérez, J. L. (2006). Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 35(3), 0-0.
- Halfpter, G. (1995). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 5-14.
- Hanushek, E. A., y Wößmann, L. (2007). The role of school improvement in economic development (No. w12832). National Bureau of Economic Research. Recuperado de: <https://www.nber.org/papers/w12832>
- Harari, Y. (2014). *De animales a dioses, la breve historia de la humanidad*. Madrid: Debate.
- Hüttermann, A. (1987). On the question of a possible contribution to new types of forest damage by electromagnetic radiation. *Der Forst-u. Holzwirt*, 23, 1-16.

- Hyland, G. J. (2001). *The physiological and environmental effects of non-ionising electromagnetic radiation*. Working document for the STOA Panel. European Parliament. Directorate General for Research. Recuperado de: <https://www.studiosra.it/assets/documenti/hyland.pdf>
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2010). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields. *Health Physics*, 99(10), 818-836.
- Kierszenbaum, M. (2009). El bien jurídico en el Derecho penal. Algunas nociones básicas desde la óptica de la discusión actual. *Revista Lecciones y Ensayos* (86), 187-211.
- Lanegra, I. y Ato, C. (2011). *Convivir con las Antenas. Estrategias de Regulación Ambiental de la Infraestructura de Telefonía Celular*. Recuperado de: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/118382>
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. En A. Fernández (Ed.), *Ciudades en Riesgo-Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres* (pp. 25-52). Lima: La Red.
- Lavell, A. (1999). *Gestión de riesgos ambientales urbanos. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales*. Recuperado de: [http://www.saludambiental.udg.mx/maestria/II\\_dip\\_files/Modulo\\_II/Urbanismo/GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos-.pdf](http://www.saludambiental.udg.mx/maestria/II_dip_files/Modulo_II/Urbanismo/GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos-.pdf)
- Londoño-Toro, Güiza y Muñoz-Ávila (2012)
- Löscher, W. y Käs, G. (1998). Conspicuous behavioural abnormalities in a dairy cow herd near a tv and radio transmitting antenna. *Practical Veterinary Surgeon*, 29, 437-444
- Maldonado, J. M. (2011). El derecho en la sociedad del riesgo. *Misión Jurídica*, 4(4), 75-84.
- Marcos, F. V. y del Arco, P. C. (2009). Telefonía móvil: ¿representa algún riesgo para la salud? *Medicina Clínica*, 132(14), 551-554.
- Marks, T. A., Ratke, C. C. y English, W. O. (1995). Stray voltage and developmental, reproductive and other toxicology problems in dogs, cats and cows: a discussion. *Veterinary and Human Toxicology*, 37, 163-172.

- Martínez, E., Carbonell, M.V. y Flórez, M. (2003). Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos. *Investigación y Ciencia*, 324, 24-28.
- Mejía-Trejo, J. (2010). *Innovación de proceso: propuesta de modelo conceptual para determinación de los niveles de riesgo por radiación no ionizante, en la Zona Metropolitana de Guadalajara*. Recuperado de: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2400626](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2400626)
- Mejía-Trejo, J. (2014). Innovación de proceso: propuesta de modelo conceptual para determinación de los niveles de riesgo por radiación no ionizante, en la zona metropolitana de Guadalajara - Jalisco. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Mejía-Trejo, J., y Pedroza-Zapata, A. (2010). Propuesta de exploración de nivel de responsabilidad social en la emisión de radiación no ionizante de las compañías que la generan en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco, México. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Meléndez Gélvez, I., Quijano Vargas, M. J., y Quijano Parra, A. (2016). Actividad mutagénica inducida por hidrocarburos aromáticos policíclicos en muestras de PM 2.5 en un sector residencial de Villa del Rosario-norte de Santander, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(4), 435-444.
- Monachesi, E., Frenzel, A. M., Chaile, G., Agustín, C. y López, F. A. G. (2011). *Conceptos generales de Antenas*. Recuperado de: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/wlan\\_frt/antenas.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/wlan_frt/antenas.pdf)
- Moscoso, R. H., y Karca, J. A. (2016). *Tecnologías que enferman*. Madrid: Grijalbo.
- Muñoz, M., Núñez, H. y Yáñez, J. (1997). Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 13(2), 90-99.
- Muriel, R. (2005). Gestión ambiental. Idea Sostenible. Espacio de Reflexión y Comunicación en Desarrollo Sostenible, 3(13), 1-14.
- Natenzon, C. (1995). *Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre*. Serie de Documentos e Informes de Investigación, 197.
- Nebel, B., y Wright, R. (1999). *Ciencias ambientales, ecología y desarrollo sostenible* (vol. 6). México: Pearson Educación.

- Oliveira, P., Colaço, A., Chaves, R., Guedes-Pinto, H., De-La-Cruz, L., y Lopes, C. (2007). Chemical carcinogenesis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79(4), 593-616.
- Oltra, C. (2005). Modernización ecológica y sociedad del riesgo: Hacia un análisis de las relaciones entre ciencia, medio ambiente y sociedad. *Revista de Sociología*, (78), 133-149.
- Organización Mundial de la Salud (s.f). *Campos electromagnéticos (CEM)*. Recuperado de <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMFs/>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). Marco para el desarrollo de estándares de CEM basados en la salud. Recuperado de: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43720/9789972294723\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43720/9789972294723_spa.pdf)
- Ortega, G. A. (2010). *Argumentación fundamental de los derechos colectivos y ambientales*. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10242/>
- Ortiz, I., Peláez, C., Orozco, L. y Zuleta, M. (2012). Interacciones genotóxicas de mutágenos en mezclas binarias mediante ensayo cometa alcalino en linfocitos humanos. *Biomédica*, 32(4), 37-48.
- Panagopoulos, D.J. y Margaritis, L.H. 2002. *Effects of different kinds of emfs on the offspring production of insects*. 2nd International Workshop on Biological effects of EMFS. Rhodes (Greece): 348-452.
- Pardo, J. E. (2006). La intervención administrativa en situaciones de incertidumbre científica. El principio de precaución en materia ambiental. En Fundación Democracia y Gobierno Local (Ed.) *Derecho del medio ambiente y administración local* (pp. 201-212). Madrid: Fundación Democracia y Gobierno Local.
- Pellegrini, P. A. (2007). Riesgo y contexto: Un análisis sobre el discurso del riesgo tecnológico en los movimientos sociales. *Ciencia, docencia y tecnología*, (35), 51-88.
- Pérez, G. S. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. *Economía y desarrollo*, 1(1), 80-98.
- Pérez, G. y Mara, N. (2016). Estudio experimental: influencia de los campos electromagnéticos de baja frecuencia sobre la audición. Mérida: Universidad de Extremadura.

- Pérez, J. y Miranda, R. (2010). Radiaciones electromagnéticas y salud en la investigación médica. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 39(1).
- Pérez, J., Piñón, A., Morera, L., García, M., Martín, S. y Falcón, M. (2006). El balance redox en personas expuestas a las radiaciones electromagnéticas (radiaciones no ionizantes). *Revista Cubana de Medicina Militar*, 35(1).
- Pina, E. Z., Aranda, A. J., Nievas, J. P. y Martínez, A. B. (2001). Epidemiología de alarmismo: el ejemplo de las antenas de telefonía móvil. *Atención Primaria*, 28(4), 289-290.
- Prasad, S., y Vyas, S. (2001). Health problems among workers of iron welding machines: an effect of electromagnetic fields. *Journal of Environmental Biology*, 22(2), 129-32.
- Protocolo de Nagoya de 2010.
- Rangel, J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestvs*, 5, 292-304.
- Rengifo, H. (2008). La salud ambiental. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(4), 353-354.
- República de Colombia, Agencia Nacional de Espectro, Resolución No 754 del 20 de octubre de 2016.
- República de Colombia, Alcaldía Municipal de Plato (Magdalena), Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019.
- República de Colombia, Constitución Política de Colombia
- República de Colombia, Corte Constitucional, Sentencia C-449 de 2015
- República de Colombia, Corte Constitucional, Sentencia T-1077 de 2012
- República de Colombia, Corte Constitucional, Sentencia T-154 del 2013
- República de Colombia, Corte Constitucional, Sentencia T-360 de 2010
- República de Colombia, Corte Constitucional, Sentencia T-415 de 1992
- República de Colombia, Corte Constitucional, Sentencia T-597 de 1993
- República de Colombia, Decreto 1078 de 2015
- República de Colombia, Decreto 1811 de 1974
- República de Colombia, Decreto 195 de 2005.
- República de Colombia, Ley 1523 de 2012
- República de Colombia, Ley 165 de 1994

- República de Colombia, Ley 1751 de 2015
- República de Colombia, Ley 1955 de 2019
- República de Colombia, Ley 99 de 1993
- República de Colombia, Ministerio de Cultura (s.f.). Recuperado de: <https://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Paginas/MinCultura-comprometido-con-el-Magdalena-.aspx>
- República de Colombia, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia. (2013). *Estadísticas del sector: Suscriptores a Internet fijo y móvil (2014-2T)*. Recuperado de: [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-5550\\_archivo\\_pdf.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-5550_archivo_pdf.pdf)
- República de Colombia, Política Nacional de Biodiversidad, 1996. Recuperado de: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/politicanacionaldebiodiversidad.pdf>
- República de Colombia, Política Nacional para la Gestión Integral para la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, 2012. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad>
- Riechmann, J. (2005). *Todos los animales somos hermanos*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Riechmann, J. (2007). *Introducción al principio de precaución. El cáncer, una enfermedad prevenible*. Murcia: FFIS.
- Roa, L. A. y Pescador, B. (2016). La salud del ser humano y su armonía con el ambiente. *Revista Med*, 24(1), 111-122.
- Rodríguez, G. A. (s.f.) Metodología de caracterización de conflictos ambientales. Documento inédito.
- Rodríguez, G. A. y González-Cortés, J. P. (2014). Naturaleza jurídica del principio de precaución: análisis de caso a partir de la contaminación electromagnética. *Revista Asuntos*, 465, 23-34
- Rodríguez, G. A. y Vargas-Chaves, I. (2015). Reflexiones preliminares sobre la responsabilidad por daños ambientales. En G. Rodríguez y I. Vargas-Chaves (Eds.), *Perspectivas de responsabilidad por daños ambientales en Colombia* (pp. 1-11). Bogotá: Centro Editorial de la Universidad del Rosario.

- Rodríguez, G. A., y Páez Páez, I. A. (2012). *Temas de derecho ambiental: una mirada desde lo público*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Rodríguez, G. A., Londoño-Toro, B. L., y Herrera-Carrascal, G. J. (2008). *Ciudades ambientalmente sostenibles*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Rodríguez, M. (2019). *Nuestro planeta, nuestro futuro*. Bogotá: Penguin Random House.
- Romero, M., Álvarez Toste, M. y Álvarez Pérez, A. (2007). Los factores ambientales como determinantes del estado de salud de la población. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 45(2), 0-0.
- Romero, M., Olite, F y Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 44(2), 0-0.
- Ruzicka, F. (2003). Schäden durch elektrosmog. *Bienenwelt*, 10, 34-35.
- Scott, B. (2014). *Radiation Toxicology, Ionizing and Nonionizing*. Encyclopedia of Toxicology, 4(29-43).
- Selga, T., & Selga, M. (1996). Response of Pinus Sylvestris L. needles to electromagnetic fields. Cytological and ultrastructural aspects. *The Science of the Total Environment* 180, 65-73.
- Sierra-López, M.A. (2019). *Aplicación del principio de precaución en situaciones de contaminación electromagnética por incertidumbre premientemente antropocéntrica* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias, Colombia.
- Skvarca, J. y Aguirre, A. (2006). Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20, 205-212.
- Slovic P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236, 280-285.
- Solís, L., y López, J. (2003). Principios básicos de contaminación ambiental. México: UAEM.
- Spinelli, O., Lima, M., Cordero, M., Strada, V., Aguirre, N., Gonzalez, P., . . . Cremaschi, F. S. (2018). Evaluación de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en ámbitos académicos. *Anales de la Facultad de Ciencias Médicas*, 52(2), 47-54.



- Sunstein, C. (2005). *Laws of fear: Beyond the precautionary principle*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tommasino, H., Foladori, G. y Taks, J. (2001). La crisis ambiental contemporánea. *Sustentabilidad*, 11, 9-26.
- Torre, R. R. (2003). Al hilo de la precaución: Jonas y Luhmann sobre la crisis ecológica. *Política y sociedad*, 40(3), 23-52.
- Torres, J. y Alzate, L. (2006). Efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos. *Revista médica de Risaralda*, 12(2), 44-54.
- Torres, J. y Ochoa, M. (2007). Criterios técnico ambientales para el análisis del riesgo por contaminación electromagnética no ionizante en Colombia. *Revista Luna Azul*, 24, 8-14.
- Torres, J., Agudelo, L. y Ochoa, M. (2007). Aproximación al conflicto ambiental urbano, generado por la contaminación electromagnética no ionizante en Colombia. *Revista Luna Azul*, 25, 78-85.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs & Bundesministerium für Verkehr Österreich. (2001). *Environmental management accounting procedures and principles*. Geneva: UN.
- Valarezo, L. C., Carrillo, J. J., Muñoz, M. A., y Andrade, G. V. (2016). Análisis de Riesgos tecnológicos en la cooperativa de ahorro y crédito Calceta Limitada. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 29 (1).
- Vargas-Chaves, I. (2016). De la proactividad a la prevención en materia ambiental. En G. Rodríguez, y I. Vargas-Chaves (Eds.), *La prevención en materia ambiental* (pp. 1-40). Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Vargas-Chaves, I. (2017). Una crítica al principio de precaución desde las tensiones sobre su legitimidad y vinculatoriedad. En I. Vargas-Chaves y G. Rodríguez (Eds.), *Principio de precaución: desafíos y escenarios de debate* (pp. 36-67). Bogotá: Editorial Temis / Editorial Universidad del Rosario.
- Vargas-Chaves, I., y Granja-Arce, H. (2018). *Principio de precaución*. Bogotá: Ediciones UGC.
- Vargas-Chaves, I., Luna-Galván, M., y Torres, K. (2019). La Amazonía colombiana como sujeto de derechos: caracterización del conflicto ambiental que llevó a su reconocimiento. *Inciso*, 21(2), 146-160.

- Vargas-Chaves, I., Luna-Galván, M., y Torres-Pérez, K. (2019). La Amazonía colombiana como sujeto de derechos: caracterización del conflicto ambiental que llevó a su reconocimiento. *Inciso*, 21(2), 146-160.
- Vernieri, J. y Riubrugent, J. (1997). *Efecto de los campos electromagnéticos alternos producidos por líneas de transmisión en los seres humanos*. En Actas del VII Encuentro Regional Latinoamericano del CIGRE (ERLAC). Puerto Iguazú.
- Walter, M. (2009). Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental: Reflexionando sobre enfoques y definiciones. *Boletín Ecos*, 6, 1-9.
- Ward, J. (1974). DNA Damage as the cause of ionizing radiation-induced gene activation. *Radiation Research*, 1138(1), 85-88.
- Wogan, G., Hecht, S., Conney, A., & Loeb, L. (2004). Environmental and chemical carcinogenesis. *Seminars in Cancer Biology*, 14(6), 473-486.
- Wolke, S., Neibig, U., Elsner, R., Gollnick, F. & Meyer, R. (1996). Calcium homeostasis of isolated heart muscle cells exposed to pulsed high-frequency electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 17, 144-153.
- Zorraquino, E., Jimeno, A. y Pérez, J. (2001). Epidemiología de alarmismo: el ejemplo de las antenas de telefonía móvil. *Atención Primaria*, 28(4), 289-290.
- Zuluega, M., Valencia, A., Ortiz, I. (2009) Efecto genotóxico y mutagénico de los contaminantes atmosféricos. *Medicina UPB*, 28(1), 33.41.



Edición digital  
La Contaminación Electromagnética. Una visión desde las biociencias y el derecho  
Mayo de 2020  
Sincelejo, Sucre, Colombia

# Contaminación electromagnética

## *Una visión desde las biociencias y el derecho*

Iván Vargas-Chaves  
Ana Melisa Betancur-Quiceno  
María Alejandra Sierra-López

Las estaciones base de telefonía móvil (EBTM) pertenecen a un grupo de elementos y equipos que permiten la propagación de ondas electromagnéticas gracias su capacidad de diversificar la frecuencia y de incidir en el medio. En específico, las antenas son generadoras de radiación no ionizante (RNI), que produce efectos en la salud que hasta hoy son discutidos ampliamente por parte de la comunidad científica: “(...) el 80% de los estudios epidemiológicos aceptados y revisados por la OMS recalcan entre los problemas vinculados a la contaminación electromagnética: cefaleas, insomnio, alteraciones del comportamiento, depresión, ansiedad, leucemia infantil, cáncer, alergias, etc.” (Cáceres, 2016, p. 8).

En la búsqueda de contribuir con la formulación de una aproximación regulatoria efectiva a la problemática, el presente libro plantea el escenario derivado de la instalación de antenas en centros densamente poblados y la invocabilidad del principio de precaución como mecanismo de anticipación de riesgo.