

La investigación, el desarrollo y la innovación como herramientas para la gestión ambiental en Colombia¹

1

<https://doi.org/10.21830/9789585318342.01>

Carlos Emilio Gutiérrez Ulloa²

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR

Oscar Gómez Vargas³

Escuela de Aviación del Ejército

Resumen

Son varios los instrumentos de planificación dentro del ámbito ambiental que involucran la investigación y la innovación como herramientas para el desarrollo del territorio, sin embargo, no todas las instituciones y los sectores productivos han adoptado estos lineamientos a cabalidad, muchos de ellos, quizás, por el desconocimiento de dichas políticas, y otros porque no cuentan con un sistema de gestión de la investigación o la innovación que permita articular las actividades misionales con este nuevo enfoque. En este sentido, es importante definir una línea que permita identificar las estrategias implementadas en el campo de la gestión ambiental, de tal forma que sea posible, a partir de experiencias desarrolladas en el territorio, fortalecer las acciones puntuales lideradas por los diferentes actores y cerrar la brecha existente entre el Estado, la empresa privada, la academia y la comunidad, a través de un proceso de cooperación que tenga como base la ciencia y la tecnología. Con el transcurrir del tiempo, diferentes estudios relacionados con alternativas para mitigar problemáticas ambientales permiten deducir que la

1 Este capítulo hace parte de los resultados del proyecto de investigación “Reciclaje químico de residuos de lubricantes generados en la División de Aviación Asalto Aéreo”, del Grupo de Investigación en Aviación Militar de la Escuela de Aviación del Ejército, registrado con el código COL0077618 y categorizado en C por Minciencias, así como de la valiosa contribución de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) en los procesos de asesoría y transformación en aspectos ambientales al Ejército Nacional. Los puntos de vista y los resultados de este capítulo pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente los de las instituciones participantes.

2 PhD en Química (Universidad de Alcalá, España). Magíster en Química Inorgánica Molecular y Químico (Universidad Nacional de Colombia). Líder de los grupos de investigación de la CAR. Exbecario Fundación Carolina. Ha realizado estancias postdoctorales en Estados Unidos y Rusia. Es investigador junior reconocido por Minciencias. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4012-1547> - Contacto: cgutierrezu@car.gov.co

3 Mayor del Ejército Nacional de Colombia. Profesional en Ciencias Militares (Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”). Se encuentra cursando la Maestría en Gerencia de Proyectos (Universidad Militar Nueva Granada). Es piloto de helicópteros MI-17 de la Aviación del Ejército. Actualmente se desempeña como instructor y Oficial de ciencia y tecnología en la Escuela de Aviación del Ejército. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5371-9444> - Contacto: oscar.gomezva@buzonejercito.mil.co

investigación, el desarrollo y la innovación organizacional o científica, son algunas de las herramientas más completas para abordar problemas socioambientales.

Palabras clave: desarrollo; gestión ambiental; innovación científica; innovación organizacional; investigación.

Introducción

A través de los años, los actores territoriales han tratado de buscar alternativas que permitan minimizar los impactos ambientales generados por actividades antropogénicas, las cuales han deteriorado el medio natural, generando impactos directos sobre los diferentes ecosistemas presentes en el planeta Tierra. Muchas de estas alternativas se formulan y desarrollan dentro de contextos conocidos como ‘sistemas de gestión ambiental’, los cuales se definen, en términos generales, como procesos cíclicos en los que se involucran fases como la planeación, revisión y mejoramiento de los procedimientos internos de una organización, de tal manera que sea posible llevar a cabo sus actividades garantizando el cumplimiento de las diferentes políticas, metas y objetivos ambientales, manteniendo siempre como lineamiento general, para el caso de nuestro país, la norma técnica colombiana ISO 14001: 2015.

Es importante mencionar que, aunque actualmente la situación sigue siendo un poco compleja, la gestión ambiental junto con sus diferentes alternativas de acción ha aumentado durante las últimas décadas, por lo menos en Latinoamérica y el Caribe, especialmente después de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente, celebrada en 1992 en Río de Janeiro (Gabaldón, 2004). De esta manera, es posible evidenciar hoy en día, en la mayoría de las organizaciones, procesos o lineamientos internos tendientes a alinear las actividades productivas con el cuidado y la protección del medio en que se desarrollan.

Para la mayoría de las entidades públicas o privadas, dentro de ellas la academia, se ha convertido en un reto lograr que todas las propuestas generadas a través de estudios y análisis del territorio, permitan establecer un perfecto equilibrio entre lo ambiental, lo económico y lo social, entendiendo que dicho equilibrio es la base fundamental de la sostenibilidad y sustentabilidad del territorio y sus habitantes. En países como el nuestro existen una serie de instituciones que día a día demandan esfuerzos, a nivel nacional, regional o municipal, para establecer o adoptar instrumentos de planificación —algunos de ellos formulados por entes internacionales como las Naciones Unidas, para lograr el desarrollo a través de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)—, o para implementar acciones encaminadas al cumpli-

miento de dichos instrumentos. De esta manera, se garantiza la organización del territorio de tal forma que la gestión ambiental toma dos posiciones perfectamente definidas: por un lado, las instituciones que realizan acciones de seguimiento, evaluación y control; y, por otro, aquellas que trabajan directamente en el territorio formulando e implementando acciones estratégicas, algunas de ellas de la mano de la comunidad, con el fin de cumplir con las disposiciones emitidas en términos de regulación y normatividad.

Si se realiza un análisis que permita elucidar un panorama sobre las diferentes estrategias o acciones con enfoque ambiental presentadas por diferentes entidades a lo largo del territorio nacional, se puede encontrar un amplio abanico de posibilidades iniciando por estrategias de protección como las desarrolladas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Vergara-Buitrago, 2020), estrategias de educación (Osuna, 2020), estrategias de desarrollo sostenible (Gómez-Rey et al., 2020), estrategias de conservación (Santamaría, 2019) entre otras. Todas estas estrategias han servido como modelo para que de forma autónoma las instituciones interesadas formulen sus sistemas de gestión ambiental, sin embargo, la manera como se concretan o implementan dichas estrategias puede variar, haciendo incluso que el producto obtenido sea diferente en cada caso, en otras palabras, existen diversas maneras de desarrollar la estrategias, lo que determina la naturaleza del producto definido previamente.

En nuestro país, de forma general, ha existido a través del tiempo una tendencia por querer demostrar resultados como producto de las diferentes acciones en un tiempo récord, de tal manera que la competencia por liderar la implementación de alternativas representativas que permitan mitigar fenómenos ambientales propios de cada territorio es, en muchos casos, el objetivo central, a tal punto que se olvida la misionalidad y la línea estratégica de cada entidad. Sin embargo, en esta carrera por desarrollar acciones estratégicas, la correcta planificación de los proyectos queda relegada a un segundo orden, en consecuencia, la posibilidad de minimizar los riesgos asociados a los mismos se ve afectada.

Sumado a lo anterior, se evidencia, cada vez con mayor preocupación, la necesidad de encontrar mecanismos que permitan fortalecer el trabajo interinstitucional, de tal manera que la gestión del conocimiento se convierta en un pilar fundamental al momento de transferir y empoderar a una comunidad en específico, partiendo de la base de que el conocimiento no es de quien lo genera, sino de quien lo necesita. En otras palabras, aun en esta década se observa una tendencia a individualizar los procesos de gestión ambiental, subvalorando el trabajo cooperativo o colaborativo como instrumento para alcanzar el éxito, por ello es común

encontrar en la literatura muchos artículos que se enfocan en estudiar alternativas para cerrar esas brechas, las cuales, día a día, obstaculizan los procesos tendientes al desarrollo del territorio.

Marco teórico

En la literatura se encuentran proyectos o acciones inconclusas, con resultados inesperados que no sirven para abordar o suplir necesidades puntuales; de hecho, en muchos casos, se hace evidente un uso excesivo de recursos, esto, después de realizar un análisis costo-beneficio. Es por ello por lo que, aunque existen diversas herramientas para planificar la gestión ambiental, resulta imprescindible seleccionar aquellas que generen confianza, predeterminen resultados replicables en el territorio y, ante todo, se estructuren sobre escenarios reales, de tal forma que incluyan el análisis de variables representativas. En este contexto, acudir al uso de metodologías como las que se consiguen a través de la *investigación*, el *desarrollo* y la *innovación* (I+D+i), teniendo como base estratégica el método científico, es de vital importancia para la formulación de mecanismos que permitan analizar las necesidades reales del entorno. De esta forma, aunque la experimentación se ha venido utilizando como herramienta esencial para predecir el resultado de la aplicación de dichos métodos, la metodología científica no se limita solo a ello, sino que permite conocer y analizar las problemáticas que se presentan e identificar, a través de un estudio profundo, su posible solución con base en evidencias propias y particulares.

La investigación ambiental

El primer componente de I+D+i es uno de los más conocidos y utilizados tanto en el campo ambiental como en la mayoría de los ámbitos donde se requiere analizar y dar solución a una problemática. No sería posible realizar un estudio en torno a la investigación ambiental, sus aportes, beneficios y resultados, si no se comienza por conocer la manera en que los términos *investigación* y *ambiente* se conjugan en una misma línea, teniendo como fundamento el conocimiento científico. La ciencia ha permitido definir lineamientos adecuados de gestión en muchos campos, entre ellos el ambiental, de tal manera que la estructuración de protocolos y metodologías de análisis se ha robustecido y ha sido posible identificar variables que a simple vista no hubiese sido posible abordar. En este contexto, investigar sobre las necesidades de un territorio y las alternativas que permitan la sostenibilidad de sus recursos naturales, resulta imprescindible para garantizar la intervención adecuada en el mismo.

De esta manera, la investigación ambiental puede definirse como aquella investigación básica o aplicada que integra, bajo una misma mirada, los componentes propios de las ciencias ambientales y sociales, de tal manera que intenta estudiar y resolver las diferentes problemáticas del entorno manteniendo como pilar la relación directa con la sociedad, vinculando las acciones propias del territorio como, por ejemplo, el hábitat de los diferentes ecosistemas. Cuando se aborda un escenario donde ocurren fenómenos determinados, siempre se hace con el ánimo de proponer como resultado estrategias o metodologías que permitan aportar a la sostenibilidad, conservación y protección de los recursos naturales, llegando incluso, en algunos momentos, a no tener un objetivo fijo sino uno variable, con enfoque sostenible, que va tomando forma a medida que transcurre el proceso de investigación. En otras palabras, la investigación ambiental no se enfoca en el componente meramente ecológico, sino que va más allá, llegando a indagar en las interacciones que se llevan a cabo al interior de este gran ecosistema llamado *territorio* (Lassoie & Sherman, 2010).

En muchas ocasiones se ha desfigurado el verdadero sentido de lo que es investigar realmente, entendiéndose por ello la acción puntual de buscar posibles soluciones que permitan mitigar un fenómeno ambientalmente desfavorable (generalmente a través de bibliografía), dejando de lado aquellas alternativas que pueden funcionar a partir de casos exitosos en escenarios similares. Sin embargo, la investigación no funciona sobre el concepto de adaptabilidad; se debe tener presente que cada territorio es un mundo completamente diferente, que sus características son particulares, al igual que los ecosistemas que en él habitan, y que las capacidades técnicas y tecnológicas escogidas para el abordaje del entorno, en muchos casos, no son pertinentes para realizar la tarea propuesta. Es por ello por lo que no toda actividad misional de una entidad o institución puede ser considerada como investigación, para ello es necesario contar con una metodología de evaluación de escenarios que permita, a través de la observación, la identificación de problemáticas, el análisis de variables, estudios de factibilidad, análisis de disponibilidad de recursos naturales, medida de la capacidad técnica, entre otros aspectos que resultan necesarios para lograr establecer una línea de partida que permita identificar la necesidad real y las alternativas de abordaje. De forma general, dentro de los procesos estratégicos el hecho de realizar un análisis de alternativas o una vigilancia tecnológica del sector no garantiza el éxito de un proceso, para ello se requiere conocer el territorio, la dinámica de este y, sobre todo, la relación sociedad-ambiente y sociedad-economía (Fuentes et al., 2019).

A partir de lo anterior, el conocimiento que surge derivado de las actividades relacionadas con los procesos internos de las diferentes entidades o institutos, utilizando una metodología definida dentro de los lineamientos que describe la ciencia, se convierte en una pieza fundamental, y línea de partida, al momento de evaluar los fenómenos ambientales desde la investigación. En este sentido, las bases de datos que se logran construir producto de actividades de monitoreo, seguimiento y control, tienen por sí mismas un enorme valor en el momento de intentar identificar las necesidades del territorio; en este sentido, de forma indirecta, se convierten en fuentes generadoras de conocimiento, si se hace el análisis correcto de las mismas.

Por esta razón, dentro de las políticas que estructuró en su momento Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación), ahora Minciencias (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación), se encuentra la denominada ‘Política de Ciencia Abierta’ (Colciencias, 2018). Esta política tiene como objetivo potenciar la generación y uso de conocimiento, con miras a su apropiación por parte de los distintos sectores y grupos sociales en Colombia. Dentro de este contexto, la propuesta tiene como objetivo que nuestro país se caracterice por permitir el acceso directo a los resultados de diferentes investigaciones y el trabajo colaborativo dentro de un mismo proyecto, a partir de resultados previamente obtenidos por otra entidad, con el fin de evitar la duplicidad y, sobre todo, de promover la divulgación y socialización del conocimiento sin canales o vías jurídicas que lo limiten. Sin duda alguna, este sistema se convierte en un punto de partida de vital importancia para catapultar la investigación como herramienta de cooperación y desarrollo del territorio, permitiendo así cerrar las brechas existentes entre los diferentes actores que lideran las distintas líneas de investigación dentro del componente ambiental, para el caso que nos atañe. En este sentido, la sociedad debe estar consciente de que el conocimiento no adquiere ningún valor si no llega a quien verdaderamente lo necesita, y que para ello debemos estar a la vanguardia con respecto a las dinámicas que los sistemas nos presentan.

Partiendo del hecho de que la buena investigación nace de la necesidad, es fundamental encontrar las vías y los aliados correctos con injerencia directa y conocimiento del territorio, de tal forma que se aúnen esfuerzos con miras a proponer y desarrollar nuevas acciones, o modificar algunas que ya han sido experimentadas previamente pero que, al no haber sido exitosas, no se encuentren documentadas en ninguna base de datos. Desde esta perspectiva, surge la necesidad de identificar dichas experiencias y poder estructurar una línea base con mayor fuerza y contundencia, de tal manera que se propicie una confianza generalizada dentro de los actores participantes. Es en este momento, donde los procesos de vigilancia tecno-

lógica e inteligencia competitiva (VTIC) se convierten en una herramienta muy importante, que permite indagar e identificar el entorno real a partir de la captura, transformación y análisis de la información externa e interna, de tal manera que se aporte al proceso de planificación y se contribuya en el proceso de toma de decisiones minimizando los riesgos. Así, puntualmente dentro del ámbito ambiental, los observatorios y los espacios de participación ciudadana se convierten en alternativas fiables para analizar y priorizar problemáticas reales con afectación directa en el territorio. Dentro de este contexto, estructurar una adecuada hoja de ruta como resultado del proceso de vigilancia tecnológica, constituye el mecanismo ideal para fomentar la cultura de la investigación, haciendo sentir a cada miembro de este gran ecosistema como una parte fundamental del proceso y de la solución.

En nuestro país, específicamente, existen diferentes planes y estrategias que tienen como finalidad guiar la investigación ambiental a distintas escalas. Estos planes son construidos con el apoyo de los líderes de distintos sectores que, a partir de su conocimiento, exponen las necesidades del territorio. A nivel nacional, estos lineamientos están dados en el Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (Penia), formulado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; y a nivel local, se encuentran en documentos públicos como, por ejemplo, en el Plan de Investigación Ambiental para Bogotá (PIAB), formulado por la Secretaría Distrital de Ambiente. Sin embargo, es sorprendente observar cómo muchas de las entidades del orden nacional, regional y local desconocen dichos planes, razón por la cual, el trabajo colaborativo pasa a un segundo plano, y se desdibuja la posibilidad de aportar de manera conjunta aunando esfuerzos técnicos y administrativos a favor del mismo objetivo. Aun así, día a día son más los centros de investigación reconocidos por el máximo rector en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, muchos de ellos incluso se encuentran adscritos a entidades reconocidas dentro del ámbito netamente ambiental, que comienzan a visibilizar en la investigación medioambiental una alternativa precisa para la consecución de resultados, como es el caso de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental de la CAR Cundinamarca. Actualmente, es importante tener un contexto claro sobre las líneas de trabajo de los institutos de investigación del SINA, puesto que, aunque son específicos en la mayoría de los casos, sus aportes y descubrimientos se convierten en el punto de partida de proyectos regionales y nacionales.

Es en este sentido, y de forma general, se ha logrado identificar que si bien el seguimiento, la evaluación y el control ambiental son importantes para la vigilancia del territorio, tal como lo hacen las autoridades ambientales a lo largo y ancho del territorio nacional, no son suficientes para lograr una transformación del territorio

si no se complementan con propuestas de trabajo colaborativo, donde el Estado y la comunidad formulen estrategias basadas en la investigación, manteniendo siempre los principios sobre los cuales se fundamenta el manejo de los recursos naturales.

El desarrollo ambiental

Existen diferentes estudios que han demostrado que la pérdida de los recursos naturales avanza a pasos agigantados, poniendo en peligro el desarrollo y la sostenibilidad del territorio (Zurruta et al., 2015). Cuando se analizan los proyectos o las acciones que pueden aportar al desarrollo del medioambiente, es válido comenzar a indagar por el término ‘desarrollo’ en sí mismo, puesto que es muy difícil encontrar en la literatura documentos que hagan referencia expresa a ello dentro de este enfoque. Este fenómeno ocurre porque no es posible concebir cómo *el ambiente se desarrolla*, lo que resulta cierto puesto que, de forma general, se suele abordar el *desarrollo* del medioambiente desde el perfeccionamiento de nuevas tecnologías, el progreso del territorio, la administración de los recursos y la sustentabilidad ambiental entre otros factores. Así, cuando se hace referencia a la investigación, desarrollo e innovación ambiental como herramienta, el término ‘desarrollo’ actúa como puente directo entre la investigación y la innovación. De tal modo que no es posible innovar, en términos de la ciencia, si desde la investigación por sí misma no se establecen estrategias de desarrollo que permitan concluir con una correcta gestión ambiental.

De igual forma, el desarrollo de nuevas tecnologías amigables con el medioambiente, que optimicen los recursos y propendan por el cuidado de la salud de las personas, hacen parte del desarrollo del territorio, justificando sus acciones desde el cumplimiento de los instrumentos de planificación de nuestro país, como es el caso de los programas de producción más limpia. Dentro de los diferentes instrumentos, es posible encontrar programas, políticas o planes que direccionan sus lineamientos hacia la necesidad de fortalecer e implementar acciones que permitan el desarrollo sostenible del territorio a través de experiencias de investigación, como es el caso de la ‘Política para la gestión sostenible del suelo’, la cual, en la ‘Línea 5. Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología’, tiene como quinto objetivo: promover la investigación, innovación y transferencia de tecnología para el conocimiento de los suelos, su preservación, restauración, uso y manejo sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Tal y como sucede en este documento, la mayoría de los instrumentos abordan esta línea desde la necesidad de aportar desde el desarrollo tecnológico, el

desarrollo experimental o el desarrollo económico, como estrategias para generar un avance en los mecanismos de cuidado y protección ambiental. Es común escuchar que los desarrollos toman mayor protagonismo en nuestro territorio, de forma puntual para el caso del ambiente, en lo referente a la implementación de estrategias en torno a movilidad sostenible, eficiencia energética, tratamiento del agua, cuidado del aire o manejo de residuos peligrosos, solo por nombrar algunas de ellas. De esta manera, se garantiza que a través de la ciencia se puedan lograr avances con beneficios a corto, mediano o largo plazo utilizando, en la mayoría de los casos, tecnologías que permitan mitigar los impactos asociados a la mala gestión ambiental realizada por algunos sectores económicos. En este contexto, toman cada vez más fuerza los centros de desarrollo tecnológico (CDT), los cuales, según la definición de Colciencias en la guía para el reconocimiento de actores, se definen como “Organizaciones públicas o privadas, dedicadas al desarrollo de proyectos de investigación aplicada, el desarrollo de tecnología propia y actividades de transferencia que responden a necesidades y/o oportunidades de desarrollo social y económico del país, sus regiones y/o ciudades” (Colciencias, s. f., p. 5).

Estos CDT tienen como directriz general desarrollar productos que se encuentren en un rango de 3 a 8 dentro de la escala de madurez tecnológica establecida por esta misma entidad. Si bien en Colombia existen diferentes CDT, no es posible observar un centro cuyo énfasis sea netamente ambiental, puesto que aquellos que se encuentran reconocidos abordan el tema ambiental como un campo derivado de las actividades principales, y no se invierten todos los recursos humanos y científicos requeridos para tratar de buscar alternativas propias para el objetivo que nos compete. Así, el hecho de crear un centro exclusivo para desarrollar tecnología con enfoque ambiental sería un gran aporte para cumplir con la meta de avanzar en el desarrollo del territorio.

La innovación ambiental

Dentro de la estructura de I+D+i, sin duda alguna, la innovación es la línea que mayor interés ha demostrado tener por parte de los diferentes actores que día a día trabajan a favor de la protección, conservación y cuidado ambiental. La innovación es la meta hacia la que se orientan muchas de las políticas públicas en ciencia y tecnología de muchos países del mundo, con el propósito de mejorar la posición competitiva de las entidades mediante la generación e incorporación de nuevas tecnologías y conocimientos. Sin embargo, no siempre se habla de tecnología; el hecho de que la innovación haga parte de la fórmula para realizar cambios dentro de una organización o un proceso organizacional también es valorado.

En Colombia, el término ‘innovación’ ha sido muy utilizado en todos los campos de acción, por lo cual, no es específico para abordar únicamente temáticas ambientales. En este sentido, es posible encontrar dentro del conjunto de leyes, decretos y normas que expide el Gobierno nacional, el concepto de ‘innovación’ como lineamiento estratégico. Solo por mencionar algunas de ellas, la Ley 1286 de 2009 en su Artículo 2° determina:

1. Fortalecer una cultura basada en la generación, la apropiación y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente [...] 3. Incorporar la ciencia, la tecnología y la innovación, como ejes transversales de la política económica y social del país (Colombia, 2009)

De igual forma, la Visión II Centenario, Colombia 2019 hace énfasis en: “Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación [...] Meta 8: Apoyar la competitividad del sector productivo mediante la innovación tecnológica” (DNP, 2006, s. p.). Finalmente, el Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación 2007-2019 señala en su objetivo específico 2 la necesidad de “fomentar la innovación y el desarrollo productivo” (DNP, 2007, s. p.).

Se podría, entonces, escribir un capítulo completo mencionando y recopilando todos los escenarios sobre los cuales se direcciona el uso de la innovación como eje transversal, puesto que es muy tentador el hecho, por sí mismo, de innovar y ver esas ideas materializadas, brindando así la oportunidad a recibir el reconocimiento que la mayoría de los actores están buscando constantemente. Sin embargo, con el fin de unificar conceptos, la mayoría de países del mundo han decidido estructurar una serie de normas que tienen dentro de sus objetivos servir como guía para que empresas e instituciones identifiquen los mejores modos de gestionar la innovación, para así lograr resultados sistemáticos y continuos, de acuerdo con su entorno, sus capacidades y recursos. (Pérez & Coutín, 2005)

En las dos últimas décadas, la disminución de la calidad del ambiente ha llevado a los diferentes actores del territorio a proponer alternativas de mitigación innovadoras que sean consistentes con la necesidad real del entorno, pero el primer obstáculo al que se enfrentan es definir qué es exactamente la innovación ambiental. Aunque la definición puede llegar a ser subjetiva, desde el concepto experimental sobre el cual se aplica, existen también muchas definiciones en la literatura sobre lo que es *realmente* la innovación ambiental. Luego de hacer un análisis general, es posible definirla como un procedimiento, técnica, tecnología o producto que puede

ser nuevo o modificado, resultando útil para reducir o evitar impactos ambientales negativos dentro de la gestión ambiental. Sin embargo, la definición no podría finalizar como un concepto netamente teórico, por ello, no es posible hablar de innovación si dicho desarrollo no sirve para satisfacer una necesidad puntual o global para un ecosistema. En este sentido, la verdadera intención de la innovación no es crear por crear, o desarrollar por desarrollar, sino que cobra su verdadero sentido cuando se materializa y genera un beneficio que llega a cambiar o transformar las dinámicas del territorio.

Tal como se mencionó al inicio de esta sección, es importante profundizar un poco en los dos tipos de innovación ambiental que hasta el momento han sido identificados, con el fin de poder analizar, a través de las características del trabajo científico propio de la institución, con cuál de ellos se relaciona. Este hecho se justifica desde la condición de que la gestión ambiental que utiliza la innovación como herramienta requiere de un contexto claro que permita definir objetivos con un alcance adecuado. Así, se hace referencia a la innovación tecnológica y a la innovación organizacional, cuyas diferencias están determinadas según las directrices de la OCDE desde el año 1997. Si se analiza desde el enfoque conceptual, mientras que la innovación organizacional está representada por los sistemas de gestión, la innovación tecnológica se podría subdividir en innovación de producto e innovación de proceso (ver figura 1). Aunque existen otros tipos de clasificaciones, la categorización que se toma como base en este contexto es la que presenta las características más amplias, de tal manera que puede ser también utilizada en otro contexto distinto al ambiental.

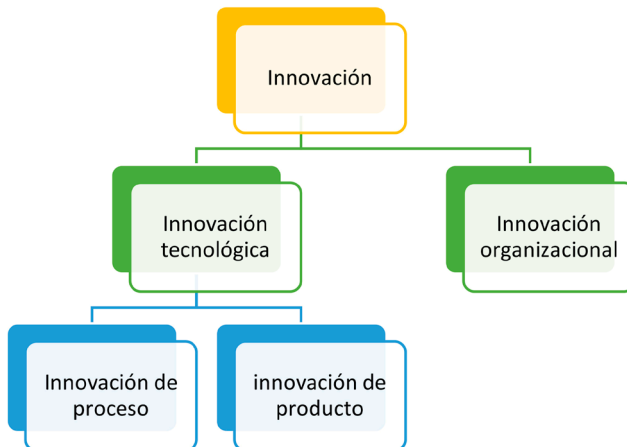


Figura 1. Tipos de innovación
Fuente: Rennings et al. (2006)

La innovación tecnológica

Es común encontrar que la mayoría de los proyectos con énfasis ambiental le apuestan a este tipo de innovación dentro de su metodología de desarrollo y el enfoque de los productos. Así, la investigación comienza a tomar un rumbo donde objetivos puntuales, como, por ejemplo, la reconversión tecnológica, se convierten en una herramienta fundamental de gestión ambiental. Este tipo de innovación formula sus bases a partir de dos tipos de innovación que abordan los procesos o los productos.

Si bien es cierto que podría ser un poco complejo diferenciar entre estos dos tipos, se podría simplificar señalando que la *innovación de proceso* está enfocada, completamente, al desarrollo o adopción de mecanismos o alternativas que permitan minimizar los impactos ambientales negativos, a partir de las acciones cotidianas de los procesos internos de una institución relacionadas, por ejemplo, con el ahorro de energía, la prevención de la contaminación, el uso eficiente del agua o minimizar el gasto de papel, entre otras. Aunque se habla de innovación en los procesos, siempre se aborda desde el producto que se desea conseguir con la modificación o adopción de nuevas estrategias o tecnologías, sin embargo, se habla de *proceso* teniendo en cuenta que el cambio se aplica directamente sobre el proceso que genera el problema.

Otros autores van un poco más allá en el uso de este tipo de innovación, pues plantean que los sistemas de gestión ambiental de las entidades pueden ser enfocados desde dos líneas estratégicas: la *innovación en medidas aditivas*, y la *innovación en tecnologías limpias*, añadiendo que la selección de uno u otro tipo es relevante en términos de productividad, inversión necesaria, costes de adaptación y compatibilidad con los métodos de producción existentes (Triebswetter & Wackerbauer, 2008). Resulta importante observar cómo cualquier cambio que se desarrolle, adopte o valide dentro de estas categorías se considera como una innovación en el proceso, puesto que afecta directamente a la cadena de valor, de tal forma que sea minimizado el impacto negativo del proceso sobre el medioambiente.

En cuanto a la definición de innovación de producto existe un poco más de claridad, puesto que se analizan las características del producto que se ha generado a partir de un proceso de investigación, cuya utilidad es fundamental para optimizar los procesos internos de uno o más sectores productivos. En este sentido, es importante que ese producto nuevo o mejorado permita mitigar los efectos ambientales adversos, minimizando la generación de contaminantes derivados de su propio funcionamiento. Así, por ejemplo, una nueva tecnología diseñada para la fabricación de cerámica, además de minimizar costes y optimizar el proceso, entre otros

beneficios, debe ser amigable con el medioambiente, disminuyendo, por un lado, la generación de gases o material particulado y, por otro, reduciendo los vertimientos o residuos sólidos producto de la combustión de materia prima, como en el caso del carbón.

De esta manera, tanto la innovación de proceso como de producto, a través de la creación o adopción de nuevas tecnologías, se convierten en factores importantes y esenciales al momento de transformar un territorio, cuidar el medioambiente y aportar al desarrollo económico de una zona determinada. Por esta razón, las entidades que lideran el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación están publicando constantemente convocatorias que tienen como base premiar y respaldar la innovación, de tal manera que sea posible, desde la gestión pública, aportar al cuidado de los recursos naturales. Finalmente, se debe hacer énfasis en que adoptar una metodología o tecnología y acondicionarla o modificarla para que funcione en una zona con variables específicas también puede ser considerado un proceso innovador, encontrándose acorde a lo que por innovación se entiende según las normas técnicas colombianas (NTC) 5801: 2018.

La innovación organizacional

También conocida como innovación administrativa en muchos campos de acción, este tipo de innovación no requiere de un antecedente estrictamente científico para lograr su definición. En otras palabras, aunque como toda innovación tiene por objeto mitigar una necesidad, esta puede ser estructurada a partir de un proceso de observación y análisis sin que se requiera profundizar en actividades propias del método científico. Por ello, en varias entidades o gremios, este tipo de innovación se enfoca, principalmente, en la formulación o modificación de procedimientos, políticas o responsabilidades, de acuerdo con la naturaleza de la organización el fin de aportar a la gestión ambiental.

Muestra clara de este tipo de innovación son los proyectos que tienen como estrategia el etiquetado ambiental o etiquetado verde que, aunque por sí mismos no tienen implícito el desarrollo de una tecnología, establecen condiciones organizacionales de impacto que aportan a la protección de los recursos naturales. Este tipo de innovación toma mayor importancia con el pasar del tiempo, puesto que se evidencia como una alternativa que permite optimizar procesos y procedimientos dentro de las organizaciones a bajo coste. Un ejemplo de ello se observa en el desarrollo y adopción de plataformas digitales para la organización documental o para el seguimiento de trámites ambientales internos, de tal forma que la trazabilidad sea la protagonista de los procesos.

Cómo se gestiona la I+D+i

Una vez contextualizadas cada una de las partes que integran la estrategia de I+D+i como metodología para fortalecer la gestión ambiental de las diferentes organizaciones, es importante realizar un análisis para identificar cómo estos tres componentes se integran dentro de un mismo sistema, de tal forma que sea posible estructurar y formular acciones en términos de investigación, desarrollo e innovación. En otras palabras, se requiere saber cómo se debe gestionar I+D+i para que pueda servir como herramienta de gestión ambiental. Tanto en Europa como en América Latina, algunos países presentan como referentes internacionales sistemas basados en la gestión de la investigación o en la gestión de la innovación, los cuales han sido desarrollados y adoptados tanto por la academia como por algunas entidades públicas o privadas. Dichos referentes se encuentran soportados en normas técnicas puntuales, que ponen en conocimiento de la comunidad científica sus lineamientos de evaluación, reconocimiento y adopción, sin embargo, algunos estudios han demostrado un alto grado de desconocimiento sobre la existencia de dichas normas y, más aún, sobre los lineamientos para su aplicación.

En Colombia, desde al año 2008 se formularon las normas técnicas colombianas (NTC) 5800, 5801 y 5802, las cuales se encargan de dar los lineamientos puntuales a las instituciones que deseen implementar un sistema para gestionar la innovación, teniendo como base la investigación y el desarrollo. Cada una de estas normas tiene una finalidad específica, así, la NTC 5800 presenta la terminología y definiciones en el contexto de la innovación; la NTC 5801 expone los requisitos para adoptar un sistema de gestión de la innovación; y la NTC 5802 propone los requisitos para formular proyectos de investigación. Es importante hacer mención de este sistema, puesto que hoy en día se presenta como una alternativa sólida y estructurada para las instituciones o entidades que deseen comenzar a formular los lineamientos para la gestión ambiental, de tal manera que les permita contar con la posibilidad de desarrollar proyectos de investigación; estructurar espacios de creatividad y que promuevan la lluvia de ideas; liderar plataformas para la gestión y transferencia del conocimiento; y proteger los activos intangibles a partir de la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Una vez identifica la herramienta, es importante analizar cómo se aplica dentro del campo ambiental. El análisis es sencillo si se toma en cuenta que la mayoría de los fenómenos ambientales negativos que ocurren en el territorio, producto de actividades antropogénicas, podrían abordarse a través de metodologías técnico-científicas que permitan el desarrollo de nuevas tecnologías o la implementación de

buenas prácticas, que al final terminen arrojando, en la mayoría de los casos, un producto de innovación. Problemáticas tales como los vertimientos y la captación ilegal del agua, la contaminación del aire, la degradación del suelo, la deforestación y la disposición indebida de residuos peligrosos, podrían tener una solución más rápida si en lugar de tratarlas a través de procesos sancionatorios, se hiciese a través de propuestas técnicas que favorezcan a la comunidad y al territorio, teniendo como base un concepto tan estudiado como el de la *cultura ambiental*.

Existen, en este contexto, muchas experiencias exitosas que han permitido evidenciar que no solamente basta con desarrollar una alternativa para mitigar los impactos ambientales, sino que es importante que la comunidad comience a cambiar su concepto sobre el cuidado del ambiente, entendiendo que cada uno de sus integrantes hace parte del cambio y que la adopción de una cultura basada en la responsabilidad y la conciencia ambiental es fundamental para que cualquier metodología funcione. En otras palabras, cuando se empodera a una comunidad mediante la transferencia de un conocimiento técnico-científico y se permite que las soluciones sean desarrolladas por sus integrantes, de tal manera que la gestión ambiental se convierta en un compromiso de todos y no solo del sector público o privado, se logra transformar el territorio y, sobre todo, se hace posible la sostenibilidad de la transformación.

A la par de la cultura ambiental se encuentra la cultura de la innovación, si bien es importante que se formulen metodologías de pedagogía que permitan educar a las comunidades sobre la forma en que se deben gestionar los recursos naturales, también es importante que las personas comiencen a ver en la innovación una alternativa para optimizar sus procesos y aportar a la sostenibilidad del territorio. Para la adopción de sistemas de gestión de la innovación, la cultura de la innovación se convierte en un importante factor de competitividad y es necesaria para el desarrollo y sostenimiento de los procesos. Esto se logra cuando existe una articulación entre los diferentes actores territoriales, de tal manera que sea posible desarrollar estrategias de trabajo conjuntas, partiendo de la base de que el recurso humano, como generador de ideas o conceptos, es el principal capital para lograr determinar un sistema de innovación acorde con las necesidades.

A través de los años hemos aprendido que los sistemas y el entorno en el que vivimos son dinámicos, por ello se requiere estar siempre a la vanguardia de los avances y de las opciones que se presentan. Por esta razón, se debe dejar a un lado el miedo que representa salir de esa zona de confort dentro de la cual el desarrollo del territorio se ha realizado siempre a través de los mismos mecanismos, para lograr innovar desde todos los ángulos posibles. Si bien es imprescindible respetar la insti-

tucionalidad, también es importante tomar el riesgo de experimentar nuevas estrategias que seguramente tenderán a proporcionar resultados sorprendentes, como es el caso de utilizar los sistemas de gestión de la innovación como alternativa para el desarrollo económico, social y ambiental.

En Colombia, las Fuerzas Armadas se han tomado en serio la tarea de desarrollar y fortalecer acciones específicas en torno a utilizar la investigación, el desarrollo y la innovación como herramienta para la gestión ambiental, haciendo énfasis en el cuidado, la protección y la sostenibilidad del territorio. De esta manera, es posible encontrar dentro del Ejército Nacional, la Armada Nacional y la Fuerza Aérea, algunos proyectos, operaciones, acciones, políticas, entre otros, enfocados a lograr este mismo objetivo. De forma puntual, para el caso del Ejército Nacional, dichas estrategias han venido tomando fuerza y hoy en día es posible observar cómo, dentro de los diferentes campos de gestión ambiental, existe una fuerte cooperación con esta entidad, que se ha esforzado tanto por educar ambientalmente a los miembros de esta institución como por aportar conocimiento en los espacios en que se requiere aunar esfuerzos para proteger el ambiente.

Así, es posible encontrar, por ejemplo, que dentro de su estructura interna el Ejército cuenta con una Dirección de Ciencia y Tecnología, y a la par existen algunos entes centralizados que alimentan dicha dirección, como es el caso del Departamento de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Escuela Militar de Cadetes. Este departamento tiene la misión de promover los procesos de investigación que impulsan la generación de nuevo conocimiento y la difusión científica para impactar al Ejército Nacional de Colombia. Asimismo, su objetivo es gestionar los procesos investigativos (formativos y formales) con el compromiso de fortalecer la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i), así como la divulgación del nuevo conocimiento de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova (ESMIC) (ESMIC, 2020). Si bien es cierto que dentro de estas dependencias no se aborda exclusivamente el tema ambiental, su estructura y la experiencia que han ido adquiriendo en la adopción de sistemas tan importantes dentro del fortalecimiento de la gestión I+D+i, pueden servir como modelo para la estructuración de más departamentos dentro de la institución con este mismo enfoque.

Si se analiza ahora el ala académica de la institución, es posible encontrar como referente el Centro de Educación Militar (CEMIL), el cual ha venido desarrollando un importante rol en el proceso de educar y capacitar a los miembros de la institución en diferentes líneas, tanto, que hoy en día se proyecta para el 2030 como una institución de educación superior reconocida, innovadora, moderna y competitiva,

en el desarrollo de programas de capacitación y especialización integral para mejorar las competencias del personal (CEMIL, s. f.). Para esta institución, la investigación comienza a visualizarse como un pilar estratégico para el desarrollo de su plan de acción, a través del cual busca integrarse al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de nuestro país. Actualmente el CEMIL soporta su sistema de gestión de la investigación a partir de la formulación y desarrollo de proyectos I+D+i, la creación de semilleros y grupos de investigación, la formulación de convenios o alianzas de cooperación en ciencia y tecnología con otras instituciones del país, el desarrollo de plataformas o estrategias de divulgación y transferencia del conocimiento y la adopción de lineamientos para la protección del capital intelectual. Con todas estas herramientas, sin duda alguna, una institución de cualquier naturaleza consigue no solamente el posicionamiento, sino también la capacidad de generar productos innovadores que permitan comenzar a formular una estrategia para la gestión ambiental, donde la minimización de los riesgos asociados a las actividades se logre materializar.

De acuerdo con lo anterior, cabe preguntarse qué ha pasado en los últimos años, pues esta normatividad no es nueva y la terminología en torno a la ciencia y la tecnología ya ha hecho parte de documentos regulatorios, además, las instituciones cuentan con el capital humano para la adopción de lineamientos generales en torno a esta estrategia, entonces, ¿por qué hoy en día son aún pocas las instituciones que cuentan con estos sistemas? La respuesta a este interrogante se puede abordar desde dos enfoques: el primero de ellos se desarrolla a partir de la creencia general de que la investigación, el desarrollo y la innovación son deber de la academia, es decir, que la academia debe trabajar en torno al estudio de alternativas técnico científicas, puesto que en manos de ella se encuentra la generación del conocimiento, por ende, no es posible realizar investigación si no se tiene a la academia como aliada estratégica.

Este pensamiento es, en parte, razonable, si se toma en cuenta que las instituciones educativas adoptan como eje fundamental el método científico para el estudio y análisis de alternativas que permitan resolver necesidades puntuales, además de ello, como se ha expuesto a lo largo de este capítulo, siempre es necesario aunar esfuerzos cuando de lograr objetivos más rápidamente se trata. Sin embargo, todas las herramientas presentadas permiten que hoy en día cualquier institución pueda generar conocimiento y adoptar prácticas técnico-científicas, sin necesidad de contar con la experticia de años que quizá tiene la academia. En este sentido, el desarrollo de cualquier tipo de investigación o innovación se convierte en un gran

logro para una entidad que desea aportar al cambio y mitigación de problemáticas desde una gestión ambiental responsable.

La segunda razón que se manifiesta en muchos documentos y procesos sobre la razón que obstaculiza el proceso de adoptar sistemas de gestión de la I+D+i hace referencia puntual a que este hecho demanda muchos recursos, con los que quizá en una primera instancia no se cuenta; es decir, se hace referencia al planteamiento de que investigar e innovar no solo cuesta, sino que cuesta demasiado. Frente a esto, se puede inferir que, si bien desarrollar procesos de investigación e innovación efectivamente demanda recursos, sobre todo tiempo, la mayoría de las instituciones podrían contar con los requerimientos necesarios si se realiza una organización responsable del proceso. Con esto se quiere decir que la mayoría de entidades cuentan con el personal necesario para realizar, por lo menos, proyectos de investigación aplicada. En algunos casos se puede observar que el capital humano es subvalorado, pues no se toma en cuenta que es mediante este y sus ideas que se puede construir el camino para abordar y dar solución a las necesidades que se afronten.

Por otro lado, con relación a los recursos económicos, es válido afirmar que las estrategias de cooperación permiten crear redes que posibilitan desarrollar proyectos en donde cada entidad aporta desde sus capacidades técnicas o tecnológicas. En otras palabras, no se requiere dentro de la investigación básica demasiados recursos monetarios para temas de investigación.

Desde el ámbito jurídico, los convenios especiales de cooperación en ciencia y tecnología nacen justamente para hacer posible la investigación. Así, en la Ley 80 de 2003 y la Ley 1150 del 2007, junto con sus decretos reglamentarios, se dan lineamientos sobre la posibilidad de crear las estrategias necesarias para que las instituciones cuenten con el respaldo que permita desarrollar investigación, incluso entre entidades públicas y entidades privadas.

Esto se menciona, simplemente, como mensaje para que las personas que tienen como visión este tipo de iniciativas comprendan que la gestión de I+D+i está respaldada desde el Gobierno nacional, y que solamente hace falta tener la intención y convicción verdaderas para conseguir cambiar las estrategias que durante años han acompañado los procesos de planificación, para entrar en nuevas dinámicas donde la única intención es velar por los intereses del ambiente y de las comunidades que habitan en él.

Conclusión

Corresponde a todos la responsabilidad de mantener un territorio adecuado, que garantice la sostenibilidad de los recursos naturales y de los ecosistemas. Ahora bien, aunque existen diferentes alternativas y mecanismos para lograrlo, es importante saber identificar aquellas que desde su método nos brinden la confianza y la determinación para sustentarlas y respaldarlas. En este orden de ideas, la I+D+i se presenta como una herramienta importante para la gestión ambiental, pues cumple con las características descritas. Aunque somos conscientes de que la implementación de cambios y la adopción de nuevas estrategias dentro de un escenario de creatividad implican alejarse del camino ya conocido, el verdadero sentido de la investigación y la innovación se encuentra, precisamente, en enfrentar este riesgo.

Referencias

- CEMIL. (s. f.). Misión-visión. *CEMIL*. <https://cemil.edu.co/index.php/informacion-de-interes/mision-vision/>
- CGFM. (2019). Plan Estratégico Militar. Con capacitaciones el Ejército contribuye con el medioambiente, en el sur del Tolima. Comando General de Las Fuerzas Militares de Colombia. <https://www.cgfm.mil.co/es/blog/con-capacitaciones-el-ejercito-contribuye-con-el-medio-ambiente-en-el-sur-del-tolima>
- Colciencias. (2018). *Lineamientos para una política de ciencia abierta en Colombia*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/Lineamientos%20ciencia%20abierta%2017-dic-2018-doc.pdf
- Colciencias. (s. f.). *Guía para el reconocimiento de centros de desarrollo tecnológico y centros de innovación y productividad*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reconocimiento/m304pr08g07_guia_tecnica_para_el_reconocimiento_cdt_cip_v00.pdf
- Díaz, D. M. & Rincón, C. M. (2015). *Uso y percepciones del Manual de Medioambiente por parte de asesores y gestores ambientales del Ejército Nacional*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- ESMIC. (2020). Departamento Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación. *ESMIC*. https://www.esmic.edu.co/investigaciones/departamento_idi
- Fuentes, D., Toscano, A., Murillo, V., Pérez, M., & Jiménez, A. (2019). Sostenibilidad y contabilidad ambiental. Análisis bibliométrico y revisión documental de la investigación científica en el periodo 2013-2017. *Económicas CUC*, 41(1), 1-19.
- Gabaldón, A. (2004). Reseña de “Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas” de Manuel Rodríguez Becerra y Guillermo Espinoza Academia. *Revista Latinoamericana de Administración*, (32), 119-124.
- Gómez-Rey, A., Vargas-Chaves, I., & Rodríguez, G. (2020). El desarrollo sostenible como política en Colombia. *Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas*, 20(38), 1-11.

- Lassoie, J., & Sherman, R. (2010). Promoting a Coupled Human and Natural Systems Approach to Addressing Conservation in Complex Mountainous Landscapes of Central Asia. *Frontiers of Earth Science in China*, 4(1), 67-82.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Política para la gestión sostenible del suelo*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. http://www.andi.com.co/Uploads/8.%20Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf
- Miranda, L. M. (2013). Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Producción + Limpia*, 8(2), 94-105.
- Osuna, L. (2020). La educación ambiental: una estrategia metodológica en el contexto educativo. *Revista Seres y Saberes*, (7), 55-61.
- Pérez, Y., & Coutín, A. (2005). La gestión del conocimiento: un nuevo enfoque en la gestión empresarial. *ACIMED*, 13(6), 1-74.
- Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., & Hoffmann, E. (2006). The Influence of Different Characteristics of the EU Environmental Management and Auditing Scheme on Technical Environmental Innovations and Economic Performance. *Ecological Economics*, 57(1), 45-59.
- Santamaría, M. (Ed.). (2019). *Iniciativas de conservación en Colombia: reconociendo esfuerzos a nivel local, regional y nacional*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Triebswetter, U., & Wackerbauer, J. (2008). Integrated Environmental Product Innovation in the Region of Munich and its Impact on Company Competitiveness. *Journal of Cleaner Production*, 16(14), 1484-1493.
- Vergara-Buitrago, P. (2020). Estrategias implementadas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia para conservar los páramos. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 167-176.
- Zurrita, A., Badii, M., Guillén, A., Lugo, O., & Aguilar, A. (2015). Factores Causantes de Degradación Ambiental. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10(3), 1-9.