



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD
LEÓN**

TEMA:

**CIENCIA CIUDADANA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE LA
EDUCACIÓN AMBIENTAL TRANSDISCIPLINAR. EL CASO DE
MONITORES DE AVES COLISIONADAS CON VENTANAS DE LA
ENES, LEÓN**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADA EN DESARROLLO Y GESTIÓN
INTERCULTURALES**

P R E S E N T A:

ANAEL OLVERA ARTEAGA

TUTOR:

DRA. PAULINA URIBE MORFIN





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“La historia de las ciencias no es solamente la de la constitución y de la proliferación de las disciplinas sino también aquella de la ruptura de las fronteras disciplinarias, de la usurpación de un problema de una disciplina sobre otra, de circulación de conceptos, de formación de disciplinas híbridas que van a terminar por atomizarse” (Morin, 2010, p.11)

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por soportarme con su apoyo incondicional. Por el gran equipo que somos.

A mis amigos que me preguntaron *¿cómo va la tesis?* porque sabían que me ocupé con esto. Gracias por recordarme que tenía que responderles *¡ya la acabé!*. Sin su presión mi tesis seguiría en borradores.

Doy cálidas gracias a mi directora de tesis, Paulina, por su acompañamiento, por invitarme y motivarme a participar en espacios académicos que me han abierto nuevas oportunidades.

Una gratitud especial a mi asesor, Alonso, quién me enseñó qué y cómo escribir.

A mis lectores, profesoras y profesores de la licenciatura que me encaminaron a conocer otras realidades de los conocimientos posibles.

Y a mi universidad, la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM, que me otorgó una beca de Titulación.

Quiero agradecer a mi Murci (aunque no leerá esto) por hacerme sentir acompañada cada momento.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
INTRODUCCIÓN	5
PLANTEAMIENTO	9
ESTADO DEL ARTE	14
CAPÍTULO I	18
MARCO CONCEPTUAL	18
1. Lo que dió inicio a la Educación Ambiental: una crisis múltiple	18
2. Concepto de Educación Ambiental	25
2.1. Educación ambiental en la Educación Superior	38
2.2. Educación ambiental con enfoque trans e interdisciplinar en la Educación Superior	52
3. Apuntes sobre la Ciencia “cerrada” y la Ciencia “abierta”	60
4. Concepto de Ciencia Ciudadana	66
4.1. La Ciencia Ciudadana como estrategia didáctica para la Educación Ambiental en el nivel de Educación Superior	74
CAPÍTULO II	76
PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA EN LA UNAM, ENES LEÓN	76
1. Surgimiento del Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León	76
1.1. Causa-efecto de las colisiones de aves con ventanas	79
2. Resultados del Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León	82
3. Discusión del proyecto, alcances internos y externos	86
CAPÍTULO III	89
METODOLOGÍA Y RESULTADOS	89
1. Diseño de la investigación	89
2. Aproximación a la unidad de análisis	92
2.1. Unidades muestrales	93
3. Método	93
4. Técnicas e instrumentos aplicados	96
4.1. Cualitativas	96
4.1.1. Etnografía	97
4.1.2. Autoetnografía	97
4.1.3. Entrevistas semiestructuradas	98
4.1.4. Investigación Acción Participativa (IAP)	99
4.2. Cuantitativas	100
4.2.1 Encuesta/ Cuestionario de satisfacción	100
5. Análisis de datos	101

CAPÍTULO IV	105
CONCLUSIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y BIBLIOGRAFIA	107
ANEXOS	117

INTRODUCCIÓN

La Educación Ambiental (EA) ha tomado cada vez más relevancia en las instituciones educativas como base formativa y de sensibilización de los estudiantes para la toma de conciencia y transformación de su realidad respecto a la resolución de problemas ambientales, con un enfoque colaborativo y transdisciplinar. A su lado, compartiendo algunos de sus objetivos más generales, se ubica la Ciencia Ciudadana (CC) que contribuye a la alfabetización científica de los ciudadanos para implementar acciones individuales y colectivas hacia la conservación de la biodiversidad, mediante conocimientos colectivos entre investigadores y ciudadanos.

Las siguientes cuartillas presentan un acercamiento a la educación ambiental de veintiún estudiantes de las licenciaturas “Desarrollo y Gestión Interculturales” (DyGI) y “Ciencias Agrogenómicas” (CA) de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM León en el periodo de 2018 a 2020, en la que se empleó la ciencia ciudadana como herramienta con gran potencial para acercar la ciencia a los estudiantes. Persiguió un proceso de enseñanza y aprendizaje dialógico y horizontal que partió de la percepción del alumnado y de profesoras y profesores, trabajadoras y trabajadores de la institución, de una problemática ambiental localizada dentro del campus universitario: la muerte de aves y el desconocimiento de las causas y consecuencias por parte de la comunidad universitaria ante esta situación. Ante este fenómeno, alumnos y profesoras de diferentes áreas de conocimiento, y trabajadores de la institución se auto-organizaron a través de un grupo para entender el origen e implicaciones de este problema ambiental y de esta manera, crear una red de conocimientos y saberes compartidos que contribuyeron para tomar decisiones en colectivo. Esta acción se estableció como Proyecto “Aves colisionadas en la ENES León” y se incorporó al Laboratorio Interdisciplinario de Sostenibilidad (LAISOS) de la ENES León que promueve el Modelo de Campus Sostenible. El proyecto consistió en el monitoreo de aves colisionadas en el campus en un periodo de dos años (2018-2020), aunque se vio interrumpido debido a la pandemia del Covid-19, logró la producción de un artículo científico internacional y de esta tesis en la que se analiza la experiencia formativa y educativa de los involucrados, desde una perspectiva cualitativa.

Tras una investigación en el mapa curricular de cada licenciatura, se conoce que los estudiantes involucrados en su historial académico no disponen de asignaturas sobre Educación Ambiental, si bien, tienen asignaturas relacionadas tales como “Cultura, Sociedad y Medio Ambiente (Contemporáneos)” para el caso de Desarrollo y Gestión Interculturales y “Agroecología y Sustentabilidad” para el caso de CA, éstas no abarcan la magnitud significativa que persigue la educación ambiental.

Así, esta iniciativa demostró tener alcances educativos que comenzaron desde la integración de los estudiantes para diseñar el proyecto hasta la organización de un equipo multidisciplinar que gestionó los quehaceres del trabajo. Involucrarse en este proyecto desde la perspectiva estudiantil, tuvo un interés académico y personal. Desde mi experiencia personal como miembro del proyecto, el ser partícipe de las actividades me ha permitido adquirir nuevos conocimientos en diferentes escalas, referentes a las aves, a la sociedad, a la relación de éstas dos, lo que me ha inspirado bastante para querer conocer más. Además, hablando académicamente, he tenido oportunidades de presentaciones en congresos y simposios sobre Educación Ambiental, lo cual me permite el desarrollo de diferentes habilidades y redes de comunicación y aplicación a partir de este trabajo.

A lo largo de estas líneas, se reflexiona sobre el proyecto de ciencia ciudadana en el monitoreo de aves colisionadas en la ENES León y sobre todo me centraré en la formación ambiental de los estudiantes universitarios involucrados, para conocer su proceso formativo y explicar el mío propio. La metodología empleada fue con una serie de entrevistas a miembros activos del proyecto y un cuestionario de autovaloración a cada miembro, así como mi experiencia personal en la participación como miembro del proyecto por medio de la autoetnografía. En la conversación con los entrevistados, se sumaron respuestas bastante similares y se perfilaron con tópicos de cuidado del medio ambiente, prevención o solución del problema, reconocimiento del problema, construcción del campus. Las entrevistas se realizaron a cinco miembros activos del proyecto, es decir, a informantes clave que debido a su participación frecuente en las actividades del proyecto, son capaces percibir detalles a partir de su acto epistemológico.

De este modo, el capítulo primero se centrará en dar a conocer dos conceptos clave en esta investigación: la Educación Ambiental y la Ciencia Ciudadana. Primero, se abordará el origen de la

educación ambiental, así como la definición del concepto. Se conocerá cómo se desempeña la educación ambiental en la Educación Superior gracias al enfoque transdisciplinario que emplea. Por otro lado, se hablará sobre la Ciencia y cómo ha evolucionado a lo largo del tiempo; quiénes, cómo y dónde se practicaba en un inicio y conforme llega el desarrollo industrial y la tecnología, tras reflexiones agudas, ésta se va modificando lentamente hasta llegar al concepto teórico de la ciencia ciudadana, el segundo concepto clave de este texto que permite la participación y la integración de ciudadanos en asuntos científicos para crear datos auténticos en pro de la ecología, hablando así de una alfabetización científica con un alcance mayor para los miembros de la sociedad. Se explicará cómo es que la ciencia ciudadana es una estrategia didáctica que sirve a la educación ambiental, particularmente en el nivel universitario.

El capítulo segundo, hace referencia al Proyecto de Colisión de Aves con ventanas de la ENES León que adopta un modelo de ciencia ciudadana. Se explica cómo se configuró el proyecto dentro de la ENES, en el que se tomó en cuenta la infraestructura del campus, la organización del equipo multidisciplinar en las actividades propias del proyecto y sus miembros, las causas y efectos que implican las colisiones de aves en contextos urbanos e industriales y las consecuencias que esto trae para todos los seres vivos que coexistimos en el planeta. Se mencionan los resultados cualitativos del proyecto para dar a conocer mediante estadísticas, el impacto del fenómeno que estudió el proyecto y los alcances que tuvo como la publicación de un artículo científico, en el que colaboraron miembros del proyecto en su elaboración y se integraron como autoras del mismo.

Y cómo a lo largo del tiempo las participaciones voluntarias de los integrantes del grupo se fueron transformando y fue posible evaluar el énfasis a sus perspectivas respecto a su involucración en el proyecto así como a la formación ambiental con aportes nuevos de conocimientos reproducidos en su vida personal, social y profesional. También se menciona la situación que la ciencia ciudadana regala: una integración de diferentes actores sociales de manera horizontal para alcanzar una meta común: preservar los componentes de la ecología y una buena relación entre humano-humano y humano-naturaleza.

En el capítulo tres, se explicará la metodología empleada en esta investigación así como los resultados obtenidos tras un análisis crítico e interpretativo. Se conocerá el diseño de la investigación, la aproximación a la unidad de análisis, es decir, a los voluntarios participantes del proyecto. El

método empleado para conocer los objetivos deseados en este trabajo, que se divide en técnicas e instrumentos cualitativos principalmente como la etnografía, la autoetnografía, las entrevistas semiestructuradas y la Investigación Acción Participativa (IAP). Así como las técnicas cuantitativas a través de la aplicación de un cuestionario para conocer la satisfacción de participación de los miembros en el proyecto. Para finalizar con el análisis e interpretación de las respuestas obtenidas. En el que se reflexiona sobre los conocimientos y habilidades adquiridas por parte de los miembros del proyecto en cuestión, según su propia perspectiva individual. La forma en que su interés por problemas cercanos a ellos les permite adoptar habilidades nuevas para reproducirlas en futuras acciones personales o académicas que tendrán impacto en una dimensión más allá de su persona. La formación ambiental que se incuba en cada miembro por los conocimientos nuevos adquiridos y además, la metodología que funge como herramienta de un trabajo horizontal con buenos resultados de inclusión. Todo esto derivado de un análisis de entrevistas, cuestionarios y mi propia experiencia como participante del proyecto.

Y finalmente, en el capítulo cuatro, se presentan las conclusiones donde esbozamos los alcances que tuvo el Proyecto de Colisión de aves con ventanas de la ENES León en el periodo octubre 2018 a abril 2020 tras evaluar el proyecto mismo, el modelo de ciencia ciudadana que se implementó en él y la formación ambiental percibida y experimentada por los miembros participantes del proyecto.

PLANTEAMIENTO

Descripción del problema

En el periodo que comprende de la segunda mitad del 2018 y hasta la primera mitad del 2020, un grupo de estudiantes a lo largo del campus universitario comenzaron a encontrar aves colisionadas, que pronto percibieron como una situación que pretendían detener. Frente a dicho fenómeno, los estudiantes por sugerencia de una profesora investigadora del campus con quien acudieron como primera ayuda/consulta, crearon un grupo para monitorear estos eventos frecuentes, dando forma a un proyecto práctico en el que se invitó a un experto en aves urbanas, un ornitólogo para que pudiera compartir sus conocimientos con los estudiantes y éstos a su vez pudieran accionar y así comprender la razón del fenómeno y encontrar posibles soluciones para frenarlo. El experto en aves urbanas es un investigador externo a la universidad pero gracias al uso de las Tecnologías de la Información, la comunicación entre todos los integrantes del grupo no se vio obstruida.

Dar nacimiento al proyecto, permitió identificar una preocupante problemática: la insensibilidad a situaciones medio ambientales, particularmente a problemas medio ambientales que tienen las personas, en el caso de esta investigación, que tienen los estudiantes y que puede deberse a diferentes razones como el desconocimiento o incapacidad sobre cómo manejar esta situación o qué implica atender un fenómeno ambiental complejo debido a que no se ha inculcado una cultura de educación ambiental a lo largo de la vida escolar. El desconocimiento y distancia tomados sobre los dilemas que suceden en nuestro medio ambiente ha quedado en segundo plano, si bien, la formación ambiental no es un campo exclusivo de la educación escolar en sus diversos niveles, las instituciones de la educación juegan un papel importante de esa formación ya que el tránsito de los jóvenes por la universidad aporta a su formación académica tanto como a su formación política y de cultura ambiental, así como a su sentido de comunidad (Uribe y Vargas, 2019). Según el análisis realizado por Uribe y Vargas (2019), en su investigación estadística descriptiva sobre percepciones de universitarios de Guanajuato sobre el medio ambiente, encuentran que temas sobre daños o problemas del medio ambiente no se perciben por ellos [los estudiantes] como uno de los principales problemas por atender ni a nivel nacional ni a nivel local y pasan por alto la crisis ambiental en la que nos encontramos actualmente, concluyen que los universitarios dan prioridad a otros problemas

como son la economía, inmigración, seguridad pública y salud, que obedecen a una *ceguera* antropocentrista en la que éstos, son más importantes de atender. Esa investigación reconoce que los problemas percibidos por los universitarios, se relacionan directamente con la región territorial en la que éstos crecen (se desarrollan) y estudian. El contexto cultural-político-ambiental orienta los valores ambientales, y otros valores, de sus habitantes influyendo en las perspectivas y preocupaciones de éstos (Uribe y Vargas, 2019). Con esto, se deduce que la mayoría de los universitarios atienden aquellos problemas de su entorno inmediato de acuerdo a lo que su contexto les presenta, según la realidad en la que viven.

El capitalismo como modelo económico-desarrollista vigente, tiene efectos que permean en en la ética de la sociedad y que también transforma los territorios, respecto al uso de suelo que se les da. En el caso del territorio donde se ubica la ENES León, se conoce que era una zona dedicada a la agricultura, sin embargo con la llegada de este campus formativo de profesionales que más tarde se integrarán a la lógica del capitalismo, cambió el uso de suelo, transformándolo en un espacio más urbano que alteró la estructura y función del ecosistema previo.

Por otro lado, ha habido algunos intentos de involucrar a estos grupos [los jóvenes] en las prácticas de políticas públicas a nivel local, regional y nacional con el objetivo de cumplir la Agenda 2030, lo que implica desarrollar una mayor sensibilidad hacia atender los problemas del medio ambiente y una efectiva capacidad para aprender métodos y técnicas para cubrir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Organizaciones como las Naciones Unidas, quienes estadísticamente analizan que en la actualidad hay 1800 millones de personas que tienen entre 10 y 24 años de edad, argumentan que este grupo de personas es la generación de jóvenes más grande en la historia. Cerca del 90% de este grupo vive en regiones en desarrollo, donde son la población más numerosa.¹ Así, la existencia de organizaciones como esta, proveen recursos adecuados y oportunidades de acción a los jóvenes para desarrollar su potencial de hacer más efectiva la transformación del mundo, fungen como fuentes de protección y apoyo para abordar las necesidades y hacer resonar la voz de los jóvenes (Organización Naciones Unidas [ONU], 2018). Un ejemplo de ello, son organizaciones regionales como la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) de las Naciones Unidas, que sumó su

¹ En el sitio web de las Naciones Unidas están disponibles algunos párrafos sobre la juventud y los ODS. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-juventud/> el 21/12/21.

apoyo para con los jóvenes respecto al avance de los ODS. Debido a la poca representación que demostraron tener los países en las revisiones de los avances en el cumplimiento de los ODS, en el III Foro de Países que organizó la CEPAL, un grupo de jóvenes de distintos países de América Latina y el Caribe se organizaron para debatir, analizar y proponer avances mayores en los ODS, organizando el Foro de Juventudes de América Latina y el Caribe 2030 “*Construyendo un presente distinto*”, que sirvió como declaración escrita en la que contribuyeron al rededor de 100 jóvenes de 15 países para proponer formas más eficientes para alcanzar los ODS (Comisión Económica para América Latina [CEPAL], 2021).² Con esto se demuestra que los jóvenes tienen la facultad de organizarse para atender de forma novedosa y contextual, asuntos sobre disturbios que afectan el medio ambiente.

Intentos como éste posibilitan el acercamiento de la educación ambiental a los jóvenes, donde se ubican los universitarios, sin embargo, estas intervenciones son todavía novedosas en cuanto a la participación social. La baja pero valorada colaboración en las políticas públicas sobre medio ambiente se asocia con la crisis ambiental, con la cultura antropocentrista que nos caracteriza. Cuando los grupos sociales y, particularmente el grupo social con mayor cantidad demográfica, es decir, los jóvenes, carecen de conocimientos en la esfera ambiental, es probable que se omitan prácticas efectivas que promuevan valores ambientales y por supuesto, las prácticas que promueven la prevención y cuidado del entorno ambiental inmediato, quedan en segundo plano, lo que demuestra una mayor individualidad, resultado de los efectos del modelo económico capitalista que promueve la competitividad social y excluye los procesos comunitarios, sobre todo aquellos relacionados con el entorno inmediato y las consecuencias negativas que esto conlleva a largo plazo.

Abordar el problema del impacto o colisión de aves con las ventanas de los edificios de la ENES León tuvo beneficios prácticos y morales para la comunidad involucrada porque contribuyó a la comprensión de este fenómeno y además, brindó herramientas efectivas y prácticas para la formación ambiental de los universitarios miembros del proyecto: veintiún participantes que cursan en dos disciplinas diferentes: Desarrollo y Gestión Interculturales y Ciencias Agrogenómicas, carreras en las que no se les enseña el manejo de situaciones sobre crisis medioambientales porque no

² Grupo de discusión de la CEPAL, en el que se habla sobre el rol de la juventud en el cumplimiento de los ODS. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-juventud/> en 21/12/21.

es el enfoque primario de su profesión. El fin último de esta investigación es conocer desde las voces y sentires de los universitarios, su acercamiento a la esfera ambiental a partir de su involucramiento en este proyecto.

Pregunta de investigación

¿Cómo percibieron y experimentaron los procesos de educación ambiental y ciencia ciudadana los participantes del Proyecto de Colisión de Aves con Ventanas de la ENES León en el periodo 2018 a 2020?

Objetivo general

Identificar las percepciones y experiencias de los participantes del Proyecto de Colisión de Aves con Ventanas de la ENES León en el periodo 2018 a 2020 sobre los procesos de educación ambiental y ciencia ciudadana con los que este se diseñó e implementó.

Objetivos específicos

1. Evaluar de forma posterior (*ex post facto*) el Proyecto de Colisión de Aves con ventanas de la ENES León en el periodo 2018 a 2020 para comprender sus alcances y limitaciones en la promoción de la educación ambiental y la ciencia ciudadana.
2. Demostrar que los proyectos de ciencia ciudadana como el de Colisión de Aves con ventanas de la ENES León, contribuyen a la formación ambiental y científica de los estudiantes universitarios.

Justificación

Las universidades tienen un papel importante para mejorar la vida de todos alrededor del planeta, particularmente, la calidad de vida orientada hacia un desarrollo sostenible. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un plan para conseguir un futuro sostenible mediante el análisis de categorías interrelacionadas como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia (ONU, 2023) y las universidades son el medio que dispone de los actores, estudiantes, jóvenes dispuestos a conocer, promover, difundir y ejecutar las acciones de las ODS.

Como expresado por María Cortés en una reciente entrevista, la red de soluciones para el Desarrollo Sostenible redactó en 2016 una guía para las universidades,³ los Centros de Educación Superior y el Sector Académico, sobre el papel que estas pueden tener, e identifica cuatro roles distintos, dos de ellos se centran en las características y actividades naturales de la universidad que son la educación y la investigación e innovación, ya que educan a líderes del futuro en desarrollo sostenible, es decir, les invitan a tener un curriculum holístico y a reflexionar sobre los conocimientos que cualquier persona, independientemente de lo que estudie, debe tener sobre desarrollo sostenible para ejecutar acciones que contengan los ODS en el futuro. Respecto al rol de investigación e innovación, las universidades son las que producen los saberes y conocimientos necesarios para implementar estos objetivos mediante un diagnóstico focal de dónde se debe mediar, así como medir el progreso hacia el cumplimiento de los ODS en colaboración con los sectores privados y públicos que permitirán la ejecución de ello.

Los otros dos roles que tiene la universidad, son por un lado, la gobernanza interna en las actividades regulares desde una posición que apunta a los ODS. En el caso particular de este trabajo, el Proyecto de Colisión de Aves con ventanas en la ENES León, es un ejemplo de un plan en ejecución. Finalmente, las universidades tienen un papel de liderazgo externo, es decir, son agentes neutrales y con este beneficio pueden dialogar y llegar a acuerdos con distintos sectores (privado, público y sociedad civil) fundamentales para el logro de los ODS. (UPM, 2019).

Por esta razón, el Proyecto de Colisión de Aves con ventanas en la ENES León es una actividad que se apunta, bajo al menos cinco de los ODS y que implementan, así como difunden los demás objetivos pertenecientes a la Agenda 2030 entre el alumnado, el profesorado y la misma sociedad civil. También se inscribe, al igual que la Agenda 2030, a formalizar una Educación ambiental integrada y transdisciplinaria con diferentes modelos educativos que servirán como estrategias didácticas, por ejemplo, el modelo de la Ciencia ciudadana que es un sistema de participación horizontal y dialógica.

³ Si se desea conocer más sobre esta guía, buscar “Cómo empezar con los ODS en las universidades”.

ESTADO DEL ARTE

Con el propósito de demostrar el estudio acumulado en esta área de conocimiento, el cual constituye los antecedentes de la presente tesis, en este apartado se presentan diversas investigaciones revisadas que refieren a dos conceptos clave en este trabajo, la Educación Ambiental (EA) y la Ciencia Ciudadana (CC). A fin de evidenciar empíricamente la manera en que la ciencia ciudadana funge como estrategia (didáctica) para la educación ambiental de los estudiantes universitarios a partir de su percepción de problemas ambientales y hacia la adopción de nuevas actitudes, prácticas y conocimientos.

En ese sentido, Paredes-Curin (2016), realizó un análisis sobre los elementos del proceso de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que emergen del alumnado joven y obtuvo como resultado que los estudiantes mejoran sus habilidades de autoaprendizaje cada vez que recolectan información, estudian, organizan y presentan resultados. Por lo tanto, la enseñanza planteada por el ABP tiene relación directa con los aspectos de la enseñanza que requiere la educación ambiental, es decir, “un método que centra la enseñanza en el alumnado y que le permite explicar el conocimiento, valorar sus beneficios y la necesidad de cuidarlos, así como genera sentimientos de interés y agrado por el aprendizaje, y la entrega de herramientas sólidas de resolución de problemas” (p.21). Este método de aprendizaje permite una mayor autonomía en el proceso de formación estudiantil, donde el alumnado fue protagonista de este proceso.

En el plano de la educación superior, Olaguez, Peña y Espino (2017), evaluaron la percepción que tienen estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle del Évora, México, con respecto a temas ambientales y problemáticas que ocurren desde las perspectivas locales y globales y concluyeron que las Instituciones de Educación Superior (IES), considerando sus funciones como potencializadoras de conocimiento “sobre el cual giran sus actividades fundamentales: enseñanza, investigación y difusión; en todas las áreas del conocimiento” (p.146), inciden de manera importante en la promoción, difusión y concientización de la comunidad universitaria en temas de educación ambiental. Así como que la “percepción de los estudiantes muestra un interés relevante en la participación como entes activos para promover acciones y estrategias dirigidas al fomento de la

educación ambiental [...] fueron el impulso a programas de reciclaje; el desarrollo de temas de educación ambiental mediante reuniones, eventos, festividades, publicidad diversa, así como desarrollo de proyectos de autogestión económica” (p.157), entre otras actividades. Por su parte, Bolívar (2018) en su investigación documental llevada a cabo, encontró que en varias comunidades venezolanas, la participación de los habitantes fue fundamental en la búsqueda de soluciones a problemas ambientales que se enfrentan en la cotidianidad mediante actividades de formación que promueven la participación y la educación ambiental no formal. Para conocer los resultados, analizó críticamente cuatro documentos escritos, todos bajo el enfoque de la Investigación Acción Participativa (IAP), los que evidencian que al emplear este enfoque metodológico se le otorga significatividad a la IAP como un “escenario adecuado para la promoción de la educación ambiental, [...] que permite la gestión del conocimiento ambiental entre los miembros de las poblaciones que son intervenidas con la IAP” (p.304-5), asimismo argumentan que la formación genera la toma de conciencia necesaria para la participación activa y comprometida en las actividades planificadas en colectivo y orientadas a la solución de los problemas ambientales. De este modo, concluye que en su investigación se generó un proceso de transformación social representado por la motivación a participar en las acciones orientadas al beneficio en común, sin la búsqueda de intereses particulares, sino más bien desinteresada y cooperativa.

Además Olaguez, Espino, Acosta y Méndez (2019), generaron y aplicaron estrategias a partir de la percepción hacia el reciclaje en estudiantes de la Universidad Politécnica de Sinaloa, México, con el fin de adoptar nuevas prácticas para la conservación del medio. A través de un plan de acción diseñado se ayudó a minimizar los desperdicios sólidos generados en la universidad en cuestión. Llegaron a la conclusión de que el involucramiento de la comunidad universitaria en el desarrollo de proyectos, promueve la educación ambiental y fomenta una actitud favorable en beneficio del medio ambiente siendo posible a través de las asignaturas de bloque transversal de humanidades, lo que la hace una actividad transdisciplinar. Y también que los estudiantes encuestados se perciben “conscientes y dispuestos a involucrarse a realizar mayores acciones que promuevan la sustentabilidad y la cultura del cuidado del medio” (p.12). En contraste, Lozano y Vásquez (2016), realizaron investigaciones con estudiantes universitarios de la Universidad Autónoma de Tlaxcala y éstos arrojaron tener una escasa formación y sensibilidad para enfrentar la actual problemática

ambiental. Por su parte, encontraron que el 22.8% de los estudiantes encuestados no distinguen lo que es un valor y tampoco cómo los valores se relacionan con temas ambientales. Lo que los aleja de adquirir conocimientos en la esfera de la formación ambiental y científica, así como participar activamente en la difusión de saberes ambientales. La deficiencia respecto a los conocimientos ambientales, puede deberse a que la mayoría de las veces, a lo largo de su formación académica, los estudiantes no disponen de una educación ambiental que inculque en ellos los principios de ésta, es hasta momentos futuros que tienen un primer acercamiento a la educación ambiental por medio de estrategias alternas como la ciencia ciudadana que incluya a éstos en su metodología de creación de conocimiento.

En ese sentido, como Senabre, Ferran-Ferrer y Perelló (2018) encontraron mediante la ejecución de un proyecto de ciencia ciudadana en diferentes centros de educación secundaria del área de Barcelona, España, que en una investigación científica es posible la integración del trabajo interdisciplinar y la atención a preocupaciones y necesidades sociales. Estos autores, emplearon una metodología participada y co-creada en la que se implicó a 95 estudiantes en la fase de diseño de la investigación que comprendió desde la definición conjunta de la temática, objetivos y preguntas de investigación, hasta los métodos y logística para realizar el trabajo de campo. Debido al carácter exploratorio del estudio, el método utilizado fueron encuestas a los estudiantes participantes y entrevistas al equipo científico. A su vez, los resultados obtenidos “demuestran cómo la ciencia ciudadana puede alcanzar una modalidad «cocreada» más allá del paradigma habitual «contributivo», el cual únicamente suele implicar al público o amateurs en la recopilación de datos” (p.29). Uno de sus argumentos principales es que esta modalidad de ciencia más colaborativa con la ciudadanía es posible “gracias a la adecuación de materiales y mecanismos de facilitación, así como al fomento de aspectos clave en una investigación como pueden ser la confianza, la creatividad y la transparencia” (idem).

De esta manera concluyen que la cocreación mediante trabajos de diseño participativo permite la generación y selección de ideas, lo que contribuye a obtener resultados de calidad a una ciencia más abierta y colaborativa con las personas no profesionales en áreas específicas como la ciencia.

Otra investigación sobre ciencia ciudadana en el que participaron diferentes actores sociales entre estudiantes de diversos niveles y ciudadanos en general, evaluó la salud de los ecosistemas acuáticos en Colombia y dentro de sus hallazgos más significativos se encontró que es posible se establezca una relación entre la diversidad de flora y fauna de la zona y las personas involucradas, resaltando la capacidad de los participantes para identificar algunos beneficios y servicios ecosistémicos que ofrecen los elementos naturales al entrar en contacto directo con ellos, lo que se traduce como una alfabetización de los participantes en los conocimientos ambientales y en su rol como agentes activos (Walteros, 2019). Este tipo de actividades nutren el quehacer de la ciencia ciudadana.

Hasta éste punto teniendo en cuenta la literatura recopilada, se logra percibir que las investigaciones realizadas sobre la educación ambiental y la ciencia ciudadana, abarcan un campo amplio de posibilidades de aplicación teórica y sobre todo metodológica como estrategias de investigación en educación que aportan tanto al quehacer científico, así como a la educación ambiental y a la participación ciudadana.

CAPÍTULO I

MARCO CONCEPTUAL

1. Lo que dió inicio a la Educación Ambiental: una crisis múltiple

Existe la creencia de que los únicos seres racionales que habitan nuestro planeta Tierra somos nosotros, los seres humanos; por ello, hemos transformado el entorno de acuerdo con nuestras necesidades y hemos creado una serie de aditamentos que empleamos para facilitar el trabajo, con la firme creencia que de esta manera mejoramos las relaciones con el medio ambiente. Sin embargo, ninguna relación puede ser sostenible si no es recíproca. De acuerdo con esto y si analizamos un poco la relación entre el ser humano y el entorno natural, observaremos que el ser humano es el principal que se ha visto beneficiado a costa del uso inadecuado de los recursos del medio ambiente (Gallegos Sánchez, 2011), las transformaciones a mano del ser humano que implican el uso de los recursos naturales, y más allá, su desmedida explotación nos ha hecho creer que tenemos el control de modificar el medio para obtener de ello lo que deseamos pero no hemos sido conscientes de lo que esto implica: la insensibilidad sobre el daño irreversible que se genera contra el medio ambiente y sus componentes.

La preocupación por la gravedad de la crisis ambiental se ha venido planteando desde 1972 y se ha reconocido que esta crisis se debe a procesos de desarrollo que han alterado el equilibrio del planeta. La encrucijada histórica que enfrenta el hombre en el nuevo milenio es, por un lado, fruto de sus “conquistas” en el campo del saber y del poder del conocimiento acumulado al correr de los años (Alfaro Barbosa et al., 2001). Fue en éste siglo (XX) que el saber, es decir, el conocimiento llegó a un estado preponderante, en el que los humanos adquirimos habilidades suficientes para desarrollar máquinas capaces de hacer lo que nosotros, me refiero a computadoras que simulan desempeñar el *modus operandi* del humano sobre su entorno para conseguir lograr un objetivo concreto. De acuerdo al texto “La convivencialidad” de Ivan Illich (2014), las tareas manuales ahora pasarían a ejecutarse mediante máquinas ágiles, capaces de almacenar casi cualquier información para realizar tareas específicas. La capacidad racional y el hecho de crear algo que sustituye y se acerca a una mente humana, nos hizo creernos como seres superiores sobre todo lo demás tangible en la tierra.

No obstante, esa actitud adoptada ocasionó la distancia entre el humano y los demás seres que habitan el planeta.

Por otro lado, sabemos que el mundo atraviesa por una crisis múltiple (Bartra, 2009) e interrelacionada. En el plano ambiental, la crisis resulta relevante cuando nos damos cuenta de los cambios que éste ha sufrido y podemos observarlos en la desertización de los suelos, la deforestación, el agotamiento hídrico y el deterioro de los mares, la acelerada pérdida de biodiversidad y la contaminación del aire, del suelo y del agua dulce. Se habla también de la crisis energética debido a los desmedidos patrones de consumo que se vuelven insostenibles cuando excedemos el uso de los combustibles fósiles para la producción de artefactos de uso común en nuestro día a día. Estas crisis se perciben en todo el planeta y se interrelacionan, creando una crisis global que afecta de maneras distintas a las regiones del mundo según las condiciones contextuales que vive cada región con efectos que se manifiestan en todo el sistema terrestre. Asimismo, el concepto de “crisis ambiental” se refiere a las “transformaciones que experimenta el sistema terrestre por la acción directa o indirecta del ser humano” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 91). Concretamente, el cambio global es el resultado de una serie de procesos que ocurren en la naturaleza, que pueden deberse a actividades del ser humano así como a procesos naturales o a una combinación de ambos que se intensifica con el crecimiento demográfico, ya que la demanda de servicios y de zonas urbanas aumenta.

Situaciones como ésta abren cabida a procesos de exclusión social, tales como el “aislamiento social extremo, la dependencia creciente, la privación múltiple y la opresión internalizada” (Ron Strier, 2013, p. 344). Erróneamente, creemos que no nos queda más nada que aceptar nuestro destino creyendo que no tenemos alternativas ante dicha situación de resignación.

Incluso aunque que la crisis es una situación provisional de la que es posible recuperarse, los efectos que va dejando a su paso pueden ser catastróficos e irreversibles pero también pueden ser vistos como una oportunidad de cambio, “la necesidad de llegar a imaginar la catástrofe como algo real que pueda ocurrir, es la mejor forma de poder evitar lo peor y lo irreversible” (Durán, 2011, p. 41), esto depende de la capacidad humana de asumir y desear frenar la situación. Por esta razón, las soluciones no vienen dichas en un manual consultable, sino que se encuentran en “una sociedad intrínsecamente compatible con su medio ambiente [*que hace referencia a*] [...] la capacidad de un

individuo, una comunidad o un sistema para adaptarse y preservar un nivel aceptable de funcionamiento, estructura e identidad. No olvidemos que en el caso de sistemas complejos e interrelacionados, su existencia tanto puede ser un elemento de resiliencia como de colapso” (Taibo, 2017, p. 10). Cuando una colectividad es resiliente, existe apoyo colaborativo de unos para con otros en todo momento para evitar colapsos que demuestran tensiones transmitidas entre los miembros de la comunidad en crisis. En tanto más una sociedad esté vinculada con su medio ambiente y la relación con otras personas sea fuerte, más resiliente podrán ser para resurgir de la crisis o enfrentar una catástrofe, pues conocerán mejor el funcionamiento y la organización de su comunidad. No es la naturaleza la que se encuentra en crisis cuando ocurren catástrofes, sino la relación societal con la naturaleza por la forma en que se apropia de sus elementos (Acosta y Brand, 2018) y les asigna un valor.

Por su parte, Rivero (1996, p. 38) dice que el “desarrollo científico y tecnológico de los últimos tiempos han cambiado los estilos de vida” sumado a que la población ha crecido potencialmente, así como sus usos y costumbres que continúan siendo variantes. La sociedad “intenta seguir el ritmo del crecimiento, utilizando más recursos naturales y más energía para responder a éste crecimiento” (idem). Todos estos esfuerzos conducen a distintas formas de deterioro del ambiente, mientras no se empleen tecnologías distintas que permitan desarrollar un crecimiento efectivo sin deteriorar el ambiente demasiado.

Partiendo de la noción de que la sociedad es parte de la ciencia y la tecnología, Echeverría (2003) nombra como “tecnocidano” a la persona nacida y criada en un mundo transformado por la tecnología y la ciencia. Los tecnocidanos se caracterizan por interesarse en los asuntos de la ciencia; sus aplicaciones y efectos. A su vez, busca informarse para protegerse de los riesgos del desarrollo científico y tecnológico que atañe a la sociedad a la que pertenece, que es una sociedad en riesgo (Beck, 1998). Lo que precede del desarrollo y el avance de la ciencia y la tecnología es una sociedad del riesgo que comienza cuando las normas de seguridad fallan ante los peligros inciertos como consecuencia imprevista de tomar ciertas decisiones. Muchos de los peligros tecnológicos, provienen de la modernización industrial (idem), que se propician a partir de que el Estado como ente tomador de decisiones, legisla los programas y proyectos sobre modernización industrial.

La creciente modernización, además de emplear la ciencia y la tecnología para seguir desarrollándose, motiva la acumulación del capital que se origina a partir del trabajo no remunerado de personas que no poseen los medios de producción, lo que se conoce como “capitalismo”. La modernidad trae consigo indirectamente daños en forma de destrucción ecológica y riesgos generalizados (Berriain, 1996), sin embargo, las formas en que percibimos las consecuencias de la modernidad son relativas; algunos creen que la acumulación del capital los posiciona en el mundo positivamente puesto que trae una gran cantidad de beneficios, poderes y posesiones tangibles como comprar un bien material, poseer un servicio de alta calidad, lo cual, satisface necesidades y motivaciones complejas del ser humano para su bienestar⁴. No obstante, si reflexionáramos a fondo sobre el costo que tiene obtener estos beneficios individuales, nos daríamos cuenta que sin la esclavitud de algunos grupos sociales, sin la destrucción y la transformación del medio ecológico al grado tal de su exterminación acelerada, los beneficios no existirían. La globalización económica se presenta como una re-totalización del mundo bajo el signo del mercado que niega y reduce los potenciales de la naturaleza, olvidando los saberes tradicionales y subyugando a las culturas marginadas, alimentando un proyecto totalitario, antes que una re-totalización inclusiva e integradora (Leff, 1998).

Por sobre muchas cosas, el sistema económico sobresale como valor político al aprobar y financiar diversas prácticas (políticas públicas) sin considerar las consecuencias negativas que tendrán sobre el medio ambiente a corto, mediano y largo plazo. En este sentido, en la modernidad, la toma de decisiones involucra “técnicas científicas, secularización de lo político y el individualismo” (Echeverría, 2009, p. 8) depositando una enorme confianza en la eficiencia y rigurosidad inmediata que la ciencia y la tecnología prometen y marcando una gran diferencia con las técnicas ancestrales

⁴ Para entender mejor esto, la teoría “Pirámide de Maslow” plantea la existencia de una jerarquización de necesidades, divididas en cinco escalones según la importancia que tienen en la vida de las personas ordenadas en base a lo que nos mantiene en bienestar. Conforme satisfacemos las necesidades más básicas como respirar, alimentación, dormir, evitar el dolor (necesidades fisiológicas), aspiramos a satisfacer otras necesidades cada vez más complejas como disponer de empleo, contar con una propiedad privada donde vivir (necesidades de seguridad y protección); lo que sigue nos impulsa a poder relacionarnos con los demás dentro de actividades participativas y de aceptación en grupos culturales, deportivos y de trabajo (necesidades de afiliación); para ser capaces de valorarnos a nosotros mismos y a los demás y con esto cumplir nuestros deseos (necesidades de reconocimiento o estima); finalmente se ubica el desarrollo espiritual y moral, la búsqueda de una misión en la vida (necesidades de autorrealización). Aspirar al nivel más alto de la pirámide, implica, haber cubierto las necesidades anteriores para poder plantearse las necesidades del siguiente nivel (Universidad UNADE, 2020).

como lo son los conocimientos sobre medicina, agricultura, artesanías y en general modos de vida más relacionados tanto cognitiva como afectivamente con la naturaleza, hoy consideradas por algunos como obsoletas. Las técnicas ancestrales mutaron hacia las técnicas del desarrollo industrial reproducido en ciudades globales con constante crecimiento urbano (metrópolis) mediante innovaciones tecnológicas con un amplio comercio internacional y crecimiento económico y una alta productividad de su sociedad. Según Illich (2014), el desarrollo industrial entraña al menos cuatro amenazas a la población a escala mundial (supercrecimiento, industrialización, sobreprogramación y obsolescencia) que amenazan el derecho humano a arriesgarse a vivir en un medio evolucionado hacia la industria, en el que lo “tradicional” y lo “creativo” se reduce a procesos mecanizados y uniformes. Inserto en un medio industrial, donde la ciencia y la tecnología toman el control de la vida, el ser humano perturbado actúa conforme lo que se le es ofrecido; el desapego del medio natural.

Hablar de “desarrollo tecnológico y su impacto en el ambiente necesariamente implica una revisión del comportamiento ambiental del hombre, a través de la historia” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 74). La recuperación del aprecio por el medio ambiente implica un cambio de paradigma completo que debe incluir el cambio de pensamiento, la concientización interna personal y colectiva para cambiar las relaciones con los demás y con el entorno ambiental del cual somos parte.

El hombre en su incesante búsqueda de “satisfacciones y su curiosidad por el saber y el tener [poseer], ha agudizado su ingenio cada día y ha logrado muchas y muy importantes mejoras en los estándares y esperanza de vida” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 74), no obstante, para autores como José María Tortosa (2011), una de las razones para anunciar la crisis del sistema mundial contemporáneo es precisamente la incapacidad que tenemos para responder a los problemas como el agotamiento de los recursos, la contaminación, el calentamiento global y eventual y el cambio climático que no pondrían en discusión la existencia del planeta sino la supervivencia de la especie humana que ha dejado esa huella ecológica indeleble y de efectos irreversibles. Este malestar, se percibe como el principal causante del “maldesarrollo” (Tortosa, 2011) entendido como la insatisfacción estructural de necesidades humanas básicas: el bienestar, la libertad, la identidad y la seguridad que atañen directamente con la vida de las personas. Algo a destacar en este punto, son los indicadores ambientales: la contaminación sónica, calidad del aire y del agua, disponibilidad de

paisajes naturales, acceso a recursos naturales, relaciones armónicas humano-medio natural, conocimiento o reconocimiento de la biodiversidad, la bioseguridad, entre otros más con los que podemos medir los impactos negativos de nuestras acciones sobre el medio ambiente.

Existe “progreso” a favor del cuidado del medio ambiente cuando hay control de los impactos negativos sobre éste. Sin embargo, se prioriza accionar para evitar los efectos que puedan alterar el bienestar humano, aislando nuevamente la relevancia de actuar en virtud del ecosistema en su totalidad. No se trata de vivir mejor que otros, sino de conocer en qué consiste ese “buen vivir” a nivel individual, colectivo y planetario, un paradigma “alternativo al mal vivir, que [además] no aqueja a todo el planeta de la misma manera” (Tortosa, 2011, p. 52). En uno de sus textos, Rivero (1996) escribe que “el desarrollo de una sociedad no puede detenerse sólo en lo económico; si el motivo del desarrollo es la búsqueda del bienestar individual y colectivo de la sociedad, el desarrollo tiene que medirse en satisfactores sociales como la salud, el acceso a la educación y al empleo, la seguridad, la justicia social y el respeto por los derechos humanos” (p.35-6). Así, un buen vivir incluye además de tomar en cuenta los factores anteriores, un progreso y desarrollo sostenible.⁵

Para alcanzar el desarrollo sustentable, habría que considerar también fundamentalmente, la “protección del capital natural, de los ecosistemas y de los recursos naturales de una nación, así como evitar que la satisfacción inmediata de una necesidad económica o social destruya o degrade el medio ambiente, que, a su vez, nos lleve a la destrucción o degradación de los ecosistemas, perjudicando la satisfacción de necesidades de las generaciones presentes y futuras, al igual que sus aspiraciones y el derecho a tener una vida mejor” (Páez Jiménez, 2013, p. 33).

Siguiendo la línea de pensamiento de Mariano Rojas (2009), las acciones y políticas sociales serán buenas siempre y cuando contribuyan de forma importante al progreso de la sociedad misma. Se puede decir que el grado de avance de las sociedades hace referencia al conjunto de acciones que apuntan principalmente hacia el desarrollo, lo que involucra distintas concepciones de progreso.

Concebir al “progreso” mediante “la racionalidad ambiental implica [desarrollar] una nueva teoría de la producción, [...] nuevas tecnologías ecológicas apropiables por los propios productores,

⁵ Durante éste texto no se hará discriminación ortográfica entre las palabras “sustentable” y “sostenible”, entendiendo por las dos el mismo significado.

incorporar nuevos valores que dan nuevo sentido a los procesos de trabajo; impulsar procesos emancipatorios que redefinen la calidad de vida de la gente y la significación de la existencia humana” (Leff, 1998a, p. 6), esto es desarrollar la capacidad de nuevos principios de producción acompañados de pensamientos conscientes sobre sostenibilidad, esto lleva a “arraigar la sustentabilidad a nivel local, a articularla con la democracia y con los procesos de reapropiación de la naturaleza y de la vida y de la producción” (ídem). Asimismo, “esta perspectiva de la sustentabilidad requiere un programa de educación ambiental comprehensivo y complejo, abierto a un amplio espectro de actividades y actores [...] lo que implica revalorizar el pensamiento crítico, reflexivo y propositivo frente a las conductas automatizadas [...] de la sociedad actual” (ibidem, p. 7),

Un factor crucial para un buen desarrollo social, es la educación, que contribuye directamente en la formación del “ser” y “hacer” de las personas. En la educación ambiental “confluyen los principios de la sustentabilidad, la complejidad y la interdisciplinariedad” (Leff, 1998a, p. 5), no obstante, la aplicabilidad de la educación ambiental en la sociedad dependerá de las estrategias empleadas para llevarla a la práctica, así como sus fines últimos y objetivos buscados. En este sentido, existen diferenciadas perspectivas que responden a diversos intereses, por ejemplo, una

“perspectiva economicista privilegia el libre mercado como mecanismo para internalizar las externalidades ambientales y para valorizar a la naturaleza, recodificando el orden de la vida y de la cultura en términos de un capital natural y humano. Por su parte, las propuestas tecnologistas ponen el acento en la desmaterialización de la producción, el reciclaje de desechos y las tecnologías limpias. Desde una perspectiva ética, los cambios en los valores y comportamientos de los individuos aparecen como el principio fundamental para alcanzar la sustentabilidad” (Leff, 1998a, p. 6).

Cada perspectiva implica emplear y desarrollar proyectos diferentes dentro de la educación ambiental, centrados en los diferentes objetivos a alcanzar por cada postura en la que uno esté parado.

La perspectiva en la que centraremos la atención en este texto es desde una postura ética, que entenderemos como una posición o estado de pensamiento ideológico que se orienta la vida societal hacia el bienestar de un todo; particularmente una postura ética sobre el medio ambiente en el que se inculque, a través de la educación ambiental, una nueva postura ética del hombre frente a la

naturaleza, “cuando se tome conciencia de nuestra responsabilidad social y cuando todos estemos dispuestos a modificar nuestro estilo de vida; cuando seamos capaces de encontrar los medios para transformar los valores, hábitos y costumbres que impiden alcanzar una calidad de vida mejor, la que seguramente se logrará cuando aprendamos no sólo a remediar los males, sino a prevenir los impactos ambientales” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 73).

En el prólogo que Toledo Manzur escribió, expresa que el equilibrio entre los actos del ser humano y el cuerpo, hoy se encuentra desarticulado. Sus consecuencias condenan a la humanidad a verlo todo desde el racionalismo y de manera separada del sentir. Se gestan individuos rigurosamente razonables, bajo fórmulas separadas de la intuición, la ética y la estética. Entonces, lo que una educación por la vida requiere es restaurar ese balance entre el pensar y el sentir, ciencia y arte, y en estos tiempos de emergencia se trata de poner ambos al servicio de seres dedicados a la participación, el involucramiento, la emancipación y la salvación de la especie y del planeta. Se trata de ir afinando procesos educativos dedicados a formar militantes, comprometidos legítimamente con la defensa de la naturaleza, es decir, practicantes de una ecología política. Lo anterior significa que el educador ambiental debe tener habilidad, capacidad, claridad y conocimientos suficientes para involucrar a los educandos, no solo desde el punto de vista cognitivo sino también desde el afectivo. En este sentido, la noción del *sentipensamiento* obliga al educador a echar mano tanto de las ciencias como de las artes para articular su discurso y prácticas pedagógicas, y por supuesto una elevada dosis de imaginación y de sentido común (Reyes Ruiz, *et al.*, 2017).

2. Concepto de Educación Ambiental

Para tener una noción del sentido de la Educación Ambiental (EA), es virtuoso comprender cómo se ha definido la idea a lo largo del tiempo. Antes de conocer el significado de éste concepto compuesto y para comprender mejor la idea, veamos el significado de los conceptos por separado.

El concepto de “educación” en su parte individual tiene una basta interpretación, Yrene la define como “un proceso de desarrollo sociocultural continuo de las capacidades que implica impulsar las destrezas y las estructuras cognitivas, permite que los estímulos sensoriales como la

percepción del mundo-realidad, se conviertan de información significativa en conocimientos de su construcción como reconstrucción, así como en valores, costumbres, que determinan nuestros comportamientos o formas de actuar” (2020, p. 33), la educación así definida, aporta a nuestro conocimiento de una parte del mundo, de nuestro entorno inmediato, lo que nos permite nombrar lo que vamos conociendo para desarrollar, a partir de esto, nuestra forma de ser, estar y actuar en el mundo. Alfaro Barbosa y sus colegas, por su parte deducen que “la educación es un proceso por el cual las sociedades transmiten de una generación a otra la herencia cultural indispensable para cumplir objetivos de supervivencia y bienestar, y perseguir destinos que cada colectividad formule para sí. [...] En nuestra sociedad, la mayor parte de los acervos culturales y patrones de conducta se transmiten a través de la educación” (2001, p. 259). Aquello que se conoce de la realidad, es lo que se transmite a las nuevas generaciones.

En el plano ambiental que aquí me interesa abordar, la educación es fundamental “para adquirir conciencia, valores, actitudes, técnicas, comportamientos ecológicos y éticos [...] que favorezcan la participación pública efectiva en el proceso de adopción de decisiones” (ídem), la educación dirige a alcanzar capacidades tanto intelectuales como morales para nuestro desarrollo personal y así adquirir una formación determinada de conocimientos y habilidades en nuestro medio inmediato.

Por otro lado, el concepto de “ambiente”, “incluye la interacción de lo biótico y lo abiótico⁶, las condiciones sociales, económicas y culturales en un espacio y tiempo determinado (Moreno et al., 2017 citados en Yrene, 2020, p. 8-9), según el contexto natural, social y cultural en el que nos desarrollamos se forman nuestras costumbres, creencias, actitudes, habilidades, capacidades y les otorgamos ciertos significados e interpretaciones a las relaciones con los contextos con los que tenemos contacto y de los que involuntariamente formamos parte. El ambiente también es el medio natural en que se desarrollan y conviven diferentes sistemas los seres bióticos y abióticos.

Una de las primeras definiciones de la Educación Ambiental (EA), fue dada en 1970 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) quienes la definieron como un

⁶ Biótico: factor vivo, o que estuvo vivo en un ecosistema. Abiótico: factor que no está vivo en un ecosistema. (Khan Academy, s.f.)

“proceso que consiste en reconocer valores y aclarar conceptos con objeto de fomentar y formar actitudes y aptitudes necesarias para comprender y apreciar las relaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico” (Gallegos Sánchez, 2011, p. 17), con la intención de “regresar” la armonía que se tenía con el medio natural antes del auge de la industrialización.

Durante los siguientes años el significado del concepto fue modificándose conforme se fueron concretando sus acciones, la toma de decisiones y la elaboración de un código de comportamiento respecto a las cuestiones relacionadas con la calidad del ambiente.

La importancia de la educación ambiental radica en que busca reorientar a los individuos hacia una relación más armónica entre sociedad y ambiente mediante prácticas que incluyen la pedagogía, al mismo tiempo que transmite conocimientos y habilidades tendientes a solucionar algunas problemáticas ambientales actuales e invita a modificar la actitud de las personas basándose en la resignificación de sus valores (Gallegos Sánchez, 2011). La práctica educativa es crucial para la adopción de nuevos conocimientos que tienen valor en la conciencia personal y la toma de decisiones.

Como aprendizaje permanente, la EA tiene un enfoque global y transdisciplinario sobre la realidad ambiental, abarcando los aspectos: formal, no formal e informal (ídem). Es decir, que ésta puede llevarse a cabo dentro o fuera de alguna institución, puesto que lo sustancial es lo que aporta y la capacidad que tiene como herramienta para modificar pensamientos y decisiones.

Por tanto, también es un “proceso continuo en el cual los individuos y la colectividad toman conciencia de su medio y adquieren los valores, las competencias y la voluntad para hacerlos capaces de actuar en la resolución de los problemas actuales y futuros del medio ambiente.” (Gallegos Sánchez, 2011, p. 18). Este proceso permite directamente conocer y reconocer los aprietos por los que atraviesa el medio ambiente y, cuando un individuo toma conciencia de esto, es cuando se da cuenta de lo que sucede a su alrededor y puede, con el impulso de la Educación Ambiental, lograr cambios en su ambiente inmediato, “puede pensarse en la EA como un mecanismo para lograr un código de conductas que considere la gran diversidad y complejidad ecológica de nuestro país y el avanzado nivel de deterioro que presentan los ecosistemas como sustrato biofísico del desarrollo.” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 259). No podemos abandonar el estilo de vida actual inclinado hacia

el desarrollo generalizado, ni ignorar los agravios causados por el mismo, pero si podemos usar a la EA como herramienta para hacer más sostenible la vida.

De esta manera, en este texto entenderemos la EA como el desarrollo de las capacidades cognitivas de las personas para captar lo que existe y lo que sucede en su mundo natural, nombrarlo y a partir de eso, desarrollar una sensibilidad significativa hacia el entorno que permita la formación de un comportamiento basado en valores, actitudes y técnicas dirigidos hacia una relación e interacción justa con los seres vivos (bióticos y abióticos) que coexisten en el planeta. Es necesario establecer que el objetivo de la EA no implica solamente estudiar los factores que determinan la degradación del ambiente y su impacto sobre los seres humanos, como comúnmente se piensa, sino que abarca una mayor amplitud conceptualizada desde una óptica social, política, económica, ética, jurídica y cultural (Rodríguez y García, 2005, citados en Zabala y García, 2008). Referirnos a este concepto quiere decir, educarnos con los otros para tomar decisiones acertadas de manera individual y colectiva. Es adecuado entonces pensar a la Educación Ambiental como el medio para implementar y desarrollar políticas que permitan dar a conocer la problemática ambiental existente, sus causas de origen y sus probables consecuencias, además de fomentar los valores y el comportamiento en sociedad mediante la difusión y la implementación de las normas respectivas (ídem).

En esta línea de conocimiento, Enrique Leff (2004) explica que un saber ambiental se entiende y desarrolla desde el pensamiento de la complejidad, lo que implica la construcción de una nueva racionalidad ambiental, la cual se basa en el saber y el conocimiento que plantea un orden social fundado en la reconstrucción de la diversidad ecológica y cultural. Esto apunta a un cambio de pensamiento y acción que inicia con la capacidad individual de desarrollar nuevas habilidades y sensibilidades y se traslada hacia lo colectivo.

Hasta este punto, se entiende que la Educación Ambiental “induce un proceso de generación y apropiación [por parte de una colectividad] de conocimientos, habilidades e instrumentos que constituyen su capacidad y su poder real de autogestión” (Leff, 1998b, p. 83), un proceso de adopción de conocimientos, en el que se asumen con compromiso los nuevos saberes que conducen a un cambio de actitudes asociados con la transformación de los conocimientos teóricos y prácticos en los que se funda la racionalidad dominante. A partir de la crítica que se hace a ésta, los saberes

ambientales constituyen una “nueva percepción de las relaciones entre procesos naturales, tecnológicos y sociales, en la que estos últimos ocupan un lugar preponderante en su génesis y en sus vías de resolución” (ibídem, p. 78-79). Aquí destaca el valor que tiene la formación ambiental suscitando la necesidad urgente de construir una racionalidad alterna orientada por nuevos saberes y valores sustentados en bases ecológicas y con nuevas organizaciones sociales.

Con este cambio de paradigma social se transformaría el orden económico, político y cultural, lo cual es impensable sin una transformación de las conciencias y comportamientos de la gente. En este sentido, la educación y sobre todo, la EA se convierte en un proceso estratégico con el propósito de formar los valores, habilidades y capacidades para orientar la transición hacia la sustentabilidad (Leff, 1998a). Es preciso resaltar que “el surgimiento y desarrollo de la educación ambiental está asociado a la emergencia de la crisis ambiental planetaria” (Calixto, 2012, p. 1020) que se ha desarrollado exponencialmente a partir de los años setenta, generada por los procesos acumulativos y sinérgicos del crecimiento económico y poblacional, del cambio tecnológico, de la explotación de los recursos y la producción de sustancias contaminantes (Leff, 1998a), siendo así, la EA surge como respuesta al proyecto positivista unificador del conocimiento y homogeneizador del mundo que provoca los malestares en el planeta y a los seres que lo habitan. Este punto de inflexión abre el panorama para reflexionar sobre el conocimiento existente que brinda la educación y su eje de acción. Así como el sentido que comienza a cobrar la EA en el espacio público.

Vale la pena señalar que a lo largo de los años, el significado y rumbo de acción de la EA ha evolucionado conforme cambia la interacción entre la sociedad, el medio natural y el mundo real. La educación ambiental va abriendo espacios de discusión que rigen ciertas actividades a lo largo del mundo.

Durante mucho tiempo, no hubo un código que fuera uniforme en las diversas regiones y países. Cada individuo o grupo poblacional se manejaba según sus necesidades y conveniencias. En muchos casos, esto derivó en un mal manejo de los recursos naturales y, por consiguiente, en el deterioro de la naturaleza en un sinnúmero de regiones del planeta.

La observación de estas transformaciones y daños que se están ocasionando en la biosfera⁷ han comenzado a preocupar a algunos grupos sociales y es por eso que, a partir del último tercio del siglo XX, “en el ámbito mundial se inició la promoción de reuniones regionales, nacionales e internacionales con el fin de establecer los criterios necesarios para instituir normas y reglamentaciones que permitan proteger y manejar los ecosistemas mundiales de manera adecuada.” (Alfaro Barbosa, et al., 2001, p. 219).

A continuación, presento una breve evolución conceptual de la Educación Ambiental de acuerdo a lo que otros autores han escrito y según mis propios conocimientos aprendidos. No pretendo hacer toda una cronología, sin embargo puntualizo los acontecimientos más relevantes de este desarrollo conceptual.

Tabla 1. Evolución conceptual y metodológica de la educación ambiental a nivel internacional

Año	Acontecimiento
50s	Partimos a finales de los años 50 y comienzo de la década de los 60, donde el mundo occidental vivía una euforia de tecnología y crecimiento industrial. Es a fines de la década de los sesenta y comienzos de los setenta, que ante la preocupación del avance del deterioro ambiental surge la Educación Ambiental como uno de los instrumentos que aporta conocimiento, comprensión, concienciación y acción para detener las crecientes modificaciones del ambiente.
Roma, 1968	Se pronuncia la alerta sobre los problemas socio-ambientales en el Club de Roma (ONG); la gran preocupación de los gobiernos y los pueblos era que la actividad humana sobre el medio ambiente natural conducía a poner en peligro la supervivencia del hombre. En dicho club se plantearon seis principales aspectos a considerarse para evitar efectos irreversibles a nivel mundial. Se consideró la alternativa de implementar un proceso educativo formal. Se insta al desarrollo de la EA como uno de los elementos vitales ante la crisis del medio ambiente. Se inicia el diseño de un Programa Internacional de Educación Ambiental (PIBA). En recuerdo de esta Conferencia se establece el día 5 de junio como el Día Internacional del Medio Ambiente.
Estocolmo, 1972	La ONU y la UNESCO organizan la primera conferencia mundial sobre el medio ambiente, en la que se crea el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), donde se plantea la necesidad de promover la labor de la

⁷ Biosfera: Todos los ecosistemas en la Tierra (Khan Academy, s.f.)

	educación ambiental dirigida a la población menos privilegiada para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta responsable de individuos, empresas y colectividades. Establecen el Programa Internacional de Educación Ambiental con enfoque interdisciplinario escolar y extraescolar.
Belgrado , 1975	La UNESCO elabora la Carta de Belgrado en la que se establecen directrices básicas y objetivos y metas de la educación ambiental, considerando al ambiente como una totalidad de intereses donde confluye el hombre, lo ecológico, lo económico, tecnológico, social, legislativo, cultural y estético con enfoque interdisciplinario. Para el caso de México, además de eso se considera transformar los esquemas teórico-metodológicos de las relaciones hombre-hombre y hombre-naturaleza y desarrollar a través de la educación una conciencia ética hacia los valores ambientales.
Tbilisi, 1977	La UNESCO intenta incorporar a la educación ambiental a los planes políticos de todas las naciones en donde prevalezca la pedagogía de acción que proporcione conocimientos técnicos y cualidades para mejorar y proteger el medio ambiente con valores éticos, lo que abarca el medio social y cultural para promover la participación directa y la práctica comunitaria en la solución de los problemas ambientales.
Moscú, 1987	Se desarrolla un plan estratégico internacional para accionar desde la educación y formación ambiental, dirigido a personas especializadas y a aquellos encargados de tomar decisiones legislativas.
Talloires, 1991	La Asociación de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible (ULSF, por sus siglas en inglés), establece políticas para promover la conciencia y el involucramiento de dirigentes gubernamentales, empresariales, fundacionales y universitarios en apoyo a la investigación universitaria, educación, formación política e intercambio de información en un desarrollo ambientalmente sustentable.
Río de Janeiro, 1992	Se lleva a cabo la Cumbre para la Tierra en la que participaron 179 gobiernos del mundo, organizaciones científicas, empresariales, docentes y estudiantes. Se legisla a la educación ambiental como el medio idóneo para alcanzar los objetivos planteados: una mejor calidad de vida saludable, modalidades sostenibles de producción y consumo, intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, conservación y protección de los recursos naturales. Se aprobó el Tratado de Educación Ambiental hacia Sociedades Sustentables y de Responsabilidad Global. También la Agenda 21, que señala que el desarrollo sustentable es un tipo de desarrollo en el que se lucha contra la pobreza y destrucción del medio ambiente.
Sajonia, 1997	En la Declaración de Salónica, la ONU, la UNESCO y algunas ONGs establecieron la sustentabilidad como el objetivo conceptual primordial para alcanzar condiciones mínimas de sobrevivencia. Ahora la educación sostenible concierne a todos los niveles de educación; formal, no formal e informal en todos los países.

América Latina, 1992	<p>Se llevan a cabo diversos congresos sobre educación ambiental. En México en 1992 y 1997, en los que se determinan construir estrategias educativas y materiales de comunicación, la profesionalización de los educadores ambientales y una educación comunitaria así como de una cultura ambiental desde los espacios naturales de recreación y turismo sostenibles.</p> <p>En Venezuela en el 2000, se analiza la educación ambiental como significado y pertenencia para los pueblos.</p> <p>En Cuba en 2003, se revisaron las políticas y estrategias nacionales de educación ambiental y las alianzas latinoamericanas y del caribe para el desarrollo sustentable.</p> <p>Brasil en 2006, discutió las potencialidades de la educación ambiental en la construcción de la sustentabilidad planetaria.</p>
México, 2000	<p>Con el Plan de Acción Ambiental para el Desarrollo Sustentable en las Instituciones de Educación Superior, se busca incorporar los enfoques y criterios de sustentabilidad y vincularlas a las tareas de la gestión ambiental e innovación científica a las Instituciones de Educación Superior (IES). Se propone mejorar la colaboración en material con el sector privado, los organismos no gubernamentales y con la sociedad en su conjunto.</p>
Johannesburgo, 2002	<p>En la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable, se acordó que el desarrollo sostenible se basa en tres pilares: el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección ambiental. Se enfatiza la integración de temas claves del desarrollo sostenible a través de métodos participativos de enseñanza-aprendizaje con el fin de empoderar a los estudiantes para que encuentren puntos complementarios entre la educación de desarrollo sustentable y la ciencia de la sostenibilidad.</p>
2005-2014	<p>Se propone integrar los principios y prácticas de desarrollo sostenible en todos los aspectos de la educación con la intención de favorecer cambios en los conocimientos, valores y actitudes hacia una sociedad más sostenible y justa.</p> <p>La ONU establece los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (2005-2015) para reducir la pobreza a nivel global y disminuir las diferencias de condiciones de vida entre países ricos y pobres.</p> <p>En diferentes países se honran conferencias y congresos mundiales sobre educación ambiental y desarrollo sostenible.</p>
2015	<p>Se establece la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible por la ONU, en la que se destaca que la educación es esencial para el desarrollo sostenible. Se reconoce el carácter transversal de la educación ambiental (formal, no formal o informal) como vía esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.</p>

Elaboración propia. Fuente: Leff, 1998a; Bravo Mercado, 2005; Zabala, Ildebrando y García, 2008; Calixto, 2012; Moreno-Jordán, 2020; Márquez Delgado, 2021; Saavdra y López, 2021, Gallegos Sánchez, 2011.

Es evidente que “la desestabilización de los sistemas naturales, [...] pone en evidencia la insostenibilidad del paradigma de desarrollo industrial o “desarrollista”, y lleva a la comunidad internacional al planteamiento de la necesidad de cambios en las ciencias, entre ellas, las ciencias de la educación, con el objetivo de darle respuesta a los crecientes y novedosos problemas que afronta la humanidad” (García, 2005, p. 2). Es posible reconocer la importancia de las propuestas de la educación ambiental “en la búsqueda y construcción de alternativas pedagógicas para mejorar la calidad del medio ambiente” (Calixto, 2012, p. 1020) y por supuesto la calidad de vida de los seres humanos en todos los ámbitos que le integran.

Los acuerdos entre países permitieron poner sobre la mesa desde sus inicios la expresión conceptual y metodológica de educación ambiental y a partir de entonces, se dió inicio a un proceso constante y paulatino de discusiones en las que se consideran las esferas sociales, culturales y sobre todo políticas en relación a la implementación de acciones educativas orientadas al conocimiento, concientización y preservación del medio ambiente. Además de desarrollar y promover políticas mundiales sobre la atención a la problemática ambiental incluyendo el desarrollo sostenible. Los últimos acuerdos integran como parte fundamental los “enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios que superan la parcialización y fragmentación del conocimiento” (Márquez Delgado et al., 2021, p. 307), así como metodologías que promueven la participación y la creatividad de todos los sectores sociales en la solución de los problemas ambientales generados por la actividad antrópica.

Intelectuales como Siachoque, Buitrago y Romero (2016), conciben a la educación ambiental como un proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural; para que a partir de la realidad se puedan generar en él y en su comunidad, actitudes de valoración y respeto por el medio ambiente. Estas actitudes deben estar enmarcadas en criterios para el mejoramiento de la calidad de vida y basada en el desarrollo sostenible, entendido como la relación adecuada entre ambiente y desarrollo, que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes, así como asegurando el bienestar de las generaciones futuras.

Por su parte, Zabala, Ildebrando y García (2008) comentan que para alcanzar un nivel aceptable de sostenibilidad no sólo es necesario cuidar y usar adecuadamente los recursos naturales, sino que implica solucionar otros aspectos que tienen la íntima relación con el logro de una mejor calidad de vida en la población. Por defecto se debe entender que al hablar de población, ésta comprende categorías en los temas de sociedad, cultura, economía, territorio, medio ambiente, gobierno y poder, educación, seguridad, entre otras más. Así, la noción de sostenibilidad incluye cuestiones no sólo de medio ambiente, sino también de los sectores antes mencionados.

Hasta este punto, afirmamos que la Educación Ambiental se funda en dos principios básicos, primero, en una nueva ética que orienta los valores y comportamientos hacia los objetivos de sustentabilidad y equidad social definida como calidad de vida óptima, y segunda, en una nueva y diferente concepción del mundo como sistema complejo (Leff, 1998a), en el que el conocimiento se reconstruye mediante los diálogos de saberes que dan lugar a la interdisciplinariedad, entendida como “el intercambio y cooperación” (Morin, 2010, p. 15) de conocimientos, saberes y prácticas entre diferentes grupos sociales o disciplinas, se convierte en un principio metodológico privilegiado de la educación ambiental (Leff, 1998a). Podemos decir que la EA se forma a partir de una transformación de la propia percepción e interpretación del mundo según lo que compartimos y comparten otros con nosotros. Para que estos intercambios sucedan, es necesario un escenario que funja como espacio de interacción en el que a través del desarrollo de diversas estrategias pedagógicas, se contribuya a la formación de una conciencia sobre la responsabilidad del ser humano sobre la continuidad de las distintas formas de vida en el planeta, así como la formación de sujetos críticos y participativos ante los problemas ambientales; una transformación sociocultural (Siachoque, Buitrago y Romero, 2016; Calixto, 2012), y nada mejor que los espacios educativos para cumplir este objetivo. Las instituciones educativas sirven como puntos de convergencia interdisciplinar para que, entre otras cosas, disciplinas como la educación ambiental, expliquen los problemas del ambiente natural, del social y el transformado, en el que se manifiestan con toda claridad las distintas responsabilidades de los sectores sociales (idem) motivadas por valores que impulsen el desarrollo social sostenible y de calidad.

Sumando a estas reflexiones, Rick Mrazek (1996) define la educación ambiental como el proceso interdisciplinario para desarrollar ciudadanos conscientes e informados acerca del ambiente

en su totalidad, en su aspecto natural y modificado; con capacidad para asumir el compromiso de participar en la solución de problemas, tomar decisiones y actuar para asegurar la calidad ambiental (autor citado en Calixto, 2012). A diferencia de otros autores que definen el concepto, Mrazek hace mención del mundo afectado también en su lado antinatural, es decir, de los efectos que ha tenido la degradación en un mundo modificado artificialmente y a los cuales también hay que prestar atención con la misma importancia, ya que el mundo junto con la especie humana vamos evolucionando junto con la inteligencia artificial y nuevas tecnologías. Este autor agrega conceptos clave en la forma en la que concibe a la EA que vale la pena resaltar: la entiende como un “proceso”, habla de la educación ambiental y la forma “interdisciplinaria” que toma, del “compromiso” a depositar en la práctica de esta materia, de la “participación”, “solución de problemas”, “toma de decisiones” y “calidad ambiental”, conceptos que se complementan entre sí para describir la esencia de la educación ambiental y que desde mi punto de vista, son fundamentales para desarrollar una EA de calidad con una perspectiva ética que tiene origen en la transformación de la conciencia individual. Cuando se adquiere esta conciencia se impulsa la capacidad de analizar y reflexionar en un plano más amplio y profundo sobre la vida misma, dando origen a diversos pensamientos y a su vez, a teorías que revelan el manifiesto de la “existencia de una conciencia sobre el papel de la especie humana en el planeta” (ídem) y de un pensamiento autónomo surgido a partir de la conciencia desarrollada que a su vez brinda la capacidad de adquirir un aprendizaje permanente sobre la realidad de estudio, lo que propicia la incorporación de todos como copartícipes en sus propias situaciones y la búsqueda de alternativas para mejorarlas, basadas en la corresponsabilidad de todos, ante las diferentes situaciones que se presenten en su entorno (Bolívar, 2018).

Las discusiones y reflexiones de los problemas ambientales han pasado al cuestionamiento del contenido y las modalidades del desarrollo entendido como crecimiento económico, industrial y tecnológico. Ahora se habla de Desarrollo Sustentable (DS)⁸, el cual “hace compatible la satisfacción de las necesidades y aspiraciones sociales con el mantenimiento del equilibrio biofísico y social indispensable para el progreso de desarrollo.” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 80). Este término, enfocado en trabajar desde el desarrollo, se relaciona con los principios de la educación ambiental

⁸ En este texto se consideran como términos sinónimos sustentable y sostenible.

actual, ya que ambos apuestan por accionar desde el contexto ya dado hacia nuevas perspectivas éticas.

Por lo que se refiere a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), es una educación basada en principios y valores que sirven de fundamento al desarrollo sostenible porque integra cuatro ámbitos de sostenibilidad: medio ambiente, sociedad, economía y educación. Además de que abarca la educación formal, no formal e indirecta. Este tipo de educación, aumenta las capacidades de los ciudadanos con miras a la adopción de decisiones en el plano comunitario, la tolerancia social, la responsabilidad ambiental, la adaptación de la fuerza laboral y la calidad de vida que es lo que se busca como propósito. Es interdisciplinaria, utiliza distintas técnicas pedagógicas que promueven el aprendizaje participativo y capacidades de reflexión de alto nivel. La principal herramienta metodológica que emplea la EDS es la Investigación-Acción que puede ser formal e informal (Cordero-Briseño, 2019), esta herramienta estudia un problema particular para contribuir a la mejora.

Educar desde una perspectiva ambiental es un “eje dinamizador para el cambio de actitud y la consolidación de valores, que fomenta un comportamiento proambiental consustanciado con el mejoramiento de las condiciones de vida en un entorno saludable y sustentable” (Bolívar, 2018, p. 290). En los diferentes espacios de educación dentro de los ámbitos formales, no formales e indirectos se trabaja la interdisciplinariedad como práctica para intercambiar saberes, conocimientos y experiencias con otras personas y con otras materias que involucran el quehacer de la educación ambiental.

Cada vez hay más intentos por llevar la educación ambiental a los espacios educativos, mediante reuniones para compartir, opinar, proponer y accionar respecto a ello. Un ejemplo, son los congresos que promueve el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) por mencionar uno. Cuyas actividades se efectúan en diferentes estados de la república mexicana⁹, actuando como “foros importantes para el desarrollo de la EA” (Calixto, 2012, p. 1025).

⁹ El primero en 1981, el segundo en 1993 y a partir de este año, en forma periódica cada dos años, hasta el último registrado hasta la escritura de este texto, en 2021.

Espacios de divulgación y actividad como éstos congresos son fundamentales para enseñar, aprender o compartir entre la comunidad interesada sobre temas relacionados con la educación ambiental. Debido a mi experiencia como asistente al congreso organizado por el COMIE en el año 2021, puedo afirmar que en México la educación ambiental se trabaja de forma interdisciplinaria, sobre todo en instituciones de Educación Superior, quienes formaron parte del congreso en su mayoría. En los 270 paneles propuestos en el congreso mencionado, hubo alrededor de 1,120 trabajos de investigación de los cuales 63 trataban temas de educación ambiental. Lo que quiere decir que se están poniendo a discusión las investigaciones sobre EA desde diferentes perspectivas metodológicas y enfoques, que permite aprender y reproducir regionalmente lo que se está trabajando en otros lugares, implementando estrategias en espacios escolares (y otros espacios) con el propósito de transformar perspectivas que vayan más allá de la “introducción de temáticas puntuales y nuevas especialidades aplicativas, la incorporación de la complejidad ambiental implica la participación activa en las transformaciones del conocimiento” (Leff, 1998a, p. 07). Significa hacer partícipes a las personas en el desarrollo de su aprendizaje y acción en el mundo, no simplemente aprender algo como obligación, sino desde el deseo de querer hacerlo.

Para que la educación ambiental sea efectiva en los espacios educativos debe ir de la mano de la capacitación y participación social, es decir, que las personas en su papel como aprendices se posicionen activamente en el aprendizaje consciente. Así, de acuerdo a Alfaro Barbosa y otros de sus colegas (2001), una verdadera educación ambiental consideraría necesario:

- Concientizar a la población respecto a los problemas ambientales [contextuales].
- Que la dimensión ambiental se considere como un contenido central en los currículos del sistema educativo.
- Establecer programas de formación y actualización docente en todos los niveles.
- Formular estructuras y contenidos curriculares que permitan su adecuación a las realidades locales y regionales, para comprender mejor la complejidad de los problemas ambientales.
- Promover proyectos de investigación interdisciplinaria que integren los aspectos biofísicos y socioeconómicos.

- Incorporar la dimensión ambiental en carreras como: derecho, ingeniería, economía, medicina, arquitectura, diseño, etc., tratando de destacar los aspectos ecológicos dentro de los intereses particulares de cada carrera.
- Divulgar permanentemente los mensajes ambientales a través de los medios masivos de comunicación, para promover prácticas sociales que tiendan hacia una cultura ambiental de la población (p. 304).

Estas necesidades no son imposibles de lograr cuando se trabaja interdisciplinariamente.

2.1. Educación ambiental en la Educación Superior

La educación ambiental, como se ha mencionado anteriormente, se difunde en diferentes modalidades o tipos: formal, no formal e informal.

La educación ambiental formal se desarrolla en centros escolares integrando asignaturas con temáticas sobre medio ambiente con carácter curricular en la formación del aprendiz. De igual manera la educación ambiental no formal, se efectúa en espacios escolares pero de forma extracurricular. Por su parte, la educación ambiental informal se caracteriza por ejecutarse fuera del centro escolar, tomando lugar con organizaciones vecinales, asociaciones civiles, colonos, etc. (Vázquez, 1993 citado en Alfaro Barbosa, et al., 2001, p. 305).

En muchos niveles educativos se intenta incorporar la dimensión ambiental con carácter curricular pero aún no se alcanza establecer la educación ambiental dentro de todos y cada uno de los planes curriculares para lograr una población escolar ambientalmente alfabetizada. Además, un grave problema es la falta de actualización continua de los planes de estudio que no incluyen en su plan de estudios una perspectiva ambiental que atienda las problemáticas ambientales emergentes que necesitan atenderse y que son contextuales, locales y/o regionales.

En el nivel superior, se requiere reestructurar los planes de estudio que promuevan una verdadera formación ambiental, generen actitudes de preocupación por el medio ambiente, motiven para una participación activa y desarrollen destrezas y habilidades para identificar y resolver

problemas ambientales desde una perspectiva multidisciplinaria, de manera que distintas carreras aborden dichos problemas. (Alfaro Barbosa, et al., 2001, p. 305). Esta práctica la facilitarían los planes de estudios con enfoque medioambiental y de desarrollo sustentable, de acuerdo a los acuerdos establecidos en las diferentes juntas nacionales e internacionales sobre el medio ambiente.

En lo que respecta a la educación no formal, ésta “se lleva a cabo de forma planeada, pero flexible en instituciones, organizaciones y actividades fuera de la esfera de la educación formal [...]. Mientras que la educación informal se aplica a situaciones espontáneas de la vida (Enkerlin, 1997 citado en Alfaro Barbosa, et al., 2001, p. 305). Este tipo de educación se enfoca en segmentos sociales sin acceso a la educación formal, tienen gran relevancia ya que puede llegar a ser más importante que la formal; en el sentido que es más sustancial y acercada a la realidad inmediata para atender los problemas locales, sobre todo si se maneja con programas dirigidos a sensibilizar y concientizar a la población sobre los efectos de la crisis ambiental y la importancia de la participación de todos, para mejorar su calidad de vida (idem).

Gallegos Sánchez (2011) argumenta que “al abordar el conocimiento del ambiente y su problemática a través de la escuela, se hace necesario referirse a la educación ambiental en el contexto de la práctica educativa en sus diferentes niveles y modalidades formales, como una estrategia metodológica que coadyuve a la construcción de una cultura ambiental” (p. 17). A medida que la educación ambiental se formaliza y se integra en los planes curriculares permanentemente, es más probable que se creen ofertas más especializadas con enfoque ambiental y sustentable. En la actualidad, en México existe una creciente oferta de dichos programas entre maestrías, especializaciones y diplomados que contribuyen a atender la distancia que hay de la relación sociedad-ambiente en el país.

La consolidación del campo de la EA en México en el nivel básico [nivel primaria] tiene origen entre los años 1995 y 2000, cuando se integran enfoques concurrentes de educación ambiental en los libros de texto de Ciencias Naturales y Geografía (Bravo Mercado, 2005). En la educación secundaria se incluyen de igual manera, pero es hasta la educación superior que este campo tiene un mayor peso.

Al ser un área específica, los estudios profundos de la educación ambiental se dirigen principalmente a estudiantes de grados superiores, es decir, a personas que estudian en la universidad que se percibe como “un espacio que se centra en formar personas con conocimientos y habilidades que les permitan [a los estudiantes] desarrollarse en sus estudios superiores o en su trabajo y, de forma más amplia, en la vida” (Yrene, 2020, p.39). Asimismo, “los jóvenes adquieren actitudes y valores que tienen un impacto positivo en su comunidad y en la sociedad” (idem). Estudiar en los centros educativos de nivel superior, no es simplemente adquirir conocimientos especializados que abonan a nuestra vida académica y profesional sino que también sirven para desarrollar actitudes y valores para la vida misma, para actuar y estar en sociedad armoniosa y justamente.

Un elemento fundamental para la “construcción de una ética¹⁰ ambiental, a mediano y largo plazos, es la educación con el objetivo de construir nuevas normas de conducta que tengan como principio el menor daño posible a la naturaleza y la reparación de los daños ecológicos.” (Alfaro Barbosa, et al., 2001, p. 294). Así, las personas actúan de acuerdo con su perspectiva del mundo, con base en sus creencias y ética; es decir, en lo que cree que es correcto o erróneo, según la cultura en que fue educado, es necesario que “enfoquemos nuestras acciones a proteger y defender el planeta, para lo cual se requiere una nueva visión del mundo; es decir, una visión centrada en la Tierra, que obedezca una ética que admita el valor intrínseco de la naturaleza, sus elementos y procesos, sin limitarse a la perspectiva utilitaria” (ibidem, p. 295).

Los inicios de la EA en México en los estudios superiores se ubican durante la década de los ochenta, cuando comenzaban las “primeras investigaciones en educación ambiental [en su mayoría realizadas por instituciones de educación superior] caracterizadas por ser inéditas y [...] promover ante las instancias correspondientes los enfoques y preceptos de la educación ambiental” (Bravo Mercado, 2005, p. 5). Los investigadores pioneros de la educación ambiental provienen mayormente del área de las ciencias naturales, vinculándose también con otros estudiosos de las ciencias sociales. Muchas de estas personas se instruyeron en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad de Guadalajara (UDG), sin embargo, es hasta finales del año 2000 que las

¹⁰ Ética concierne a la moral, que establece la diferencia entre lo correcto y lo incorrecto. Evalúa la relación de reglas y principios universales que regulan ciertas conductas y que son válidos, sin importar nuestros intereses, actitudes o preferencias. (Alfaro Barbosa, et al., 2001, p. 294)

investigaciones en EA se integran con la presentación del “Plan de Acción Ambiental para el Desarrollo Sustentable en las Instituciones de Educación Superior” introducidas por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)¹¹ dirigido a las Instituciones de Educación Superior (IES) y a las universidades afines. Este plan sugería que las Instituciones de Educación Superior orientaran sus rumbos hacia la consolidación del trabajo ambiental y su vinculación con los sectores público y privado (ídem). Ante esta circunstancia, las universidades asumieron su responsabilidad de trabajar en la formación de jóvenes habilitados en la prevención y solución de las problemáticas ambientales globales, lo que, aunado a “su significativa función universal, abrió la posibilidad a las nuevas generaciones de profesionistas de prepararse para enfrentar el desafío de la creciente in-sustentabilidad que experimenta el planeta a través de las acciones de investigación, vinculación, difusión y administración” (Carrasco y Vásquez, 2016, p. 80). No hay que olvidar que los problemas ambientales son contextuales y están regionalizados, es decir, se dan a notar de acuerdo a las actividades que en un determinado espacio (ciudad) se lleven a cabo.

Pensar que la unión de las diferentes disciplinas que contribuyan de manera integrada entre sí, permitirá completar conocimientos, técnicas, habilidades y acciones para salvar las distancias que pudieran existir entre la gente y los problemas ambientales. Como ejemplo de ello, y en la zona en que esta investigación se desarrolla, en el estado de Guanajuato, que “forma parte de una región de alto desarrollo industrial [...] el corredor industrial guanajuatense se caracteriza por una creciente producción agroindustrial, de autopartes, de productos químicos y de cuero-calzado y de acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales, Guanajuato es la 6ta economía nacional” (Uribe y Vargas, 2019, p. 4), como se menciona unos párrafos arriba, la modernidad, que se resume, entre otras cosas, a la dominación económica y la dependencia tecnológica¹², tiene efectos desfavorables en muchos sectores de la realidad, como en el sector educativo, en donde las ofertas curriculares facilitan estudios

¹¹ La ANUIES, es una Asociación no gubernamental que agremia a las principales instituciones de educación superior del país; promueve su mejoramiento integral en los campos de la docencia, la investigación y la extensión de la cultura y los servicios. Se conforma por 207 universidades e instituciones de educación superior, tanto públicas como particulares de todo el país, en la que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), tiene un lugar. <http://www.anuies.mx/>

¹² En vista de estas condiciones, el tema ambiental parece ser más complejo en los países tercermundistas a diferencia de los países industrializados, siendo evidentes las características de sus causas y efectos sobre la sobreexplotación de sus recursos y la degradación de sus ecosistemas, su diversidad étnica y su potencial ecológico para un desarrollo alternativo (Leff, 1998b).

de acuerdo a lo que el contexto demande, es decir, las ofertas educativas de las instituciones educativas se planearán según el contexto y las actividades que principalmente se desarrollen ahí.

En el caso del estado de Guanajuato, las sugerencias curriculares son en su mayoría sobre producción industrial y urbana con un peso mayor que apuntan hacia el crecimiento económico y de desarrollo, antes que priorizar situaciones más urgentes de atender como los temas sobre desastres y crisis ambientales. Cuestiones como el prestigio social, las demandas explícitas de profesionales en el mercado de trabajo, el sentido de participación en el proceso de producción y transmisión del conocimiento, las aspiraciones del ascenso social por la adquisición de títulos y competencias profesionales, así como la remuneración y las posibilidades de realización personal en el trabajo intelectual y docente, producen un conjunto de motivaciones y frustraciones que influyen en la organización de los programas de enseñanza y de investigación en las universidades (Leff, 1998b).

Puntualmente, esto es evidente en el municipio de León, Guanajuato, ciudad en la que esta investigación toma lugar, que destaca por ser una de las ciudades del Estado con mayor oferta académica en el nivel superior, como la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) de la UNAM, Unidad León; una universidad pública que cuenta con aproximadamente “1,100 alumnos matriculados en sistema escolarizado. [...] Las licenciaturas que oferta son: Desarrollo y gestión interculturales, Ciencias agrogenómicas, Desarrollo territorial, Administración agropecuaria, Economía industrial, Odontología, Fisioterapia y Optometría” (Uribe y Vargas, 2019, p. 6). De igual manera, en el corredor industrial del que la ciudad en cuestión forma parte, se ubican otras universidades como el Instituto Irapuato y la Universidad De La Salle Bajío, campus Salamanca, que también ofertan licenciaturas afines a las áreas de estudio principalmente en Ingeniería y sistemas, Negocios y Ciencias de la salud.

Relacionando el contexto urbano, las actividades económicas y de producción de las ciudades del corredor industrial de Guanajuato que incluye las ciudades de Irapuato, Salamanca, León, Silao, San José Iturbide y Celaya, con las ofertas académicas de las universidades que se ubican en estas zonas, se puede notar que efectivamente las ofertas educativas apuntan a integrar a sus estudiantes, una vez egresados ya como especialistas, al sistema dominante industrial y urbano que alimenta a la modernidad. Se puede ver como “reflejo y también como síntoma de la fuerte influencia

que ejerce la industria del Bajío Guanajuatense en la lógica educativa del estado” (Uribe y Vargas, 2019, p.7).

Esta influencia es una sujeción al modelo científico-tecnológico, tal como lo expone Leff (1998b) cuando habla sobre la dependencia que tienen las ciudades modernas, revelándose como

“una relación disfuncional entre el costo y las condiciones de adquisición del conocimiento importado; en las capacidades de cada país, cada industrial y cada comunidad para su apropiación, adaptación y operación; en el desaprovechamiento y destrucción de los recursos naturales y culturales que genera la implantación de modelos tecnológicos externos; y en el intercambio desigual entre productos primarios y mercancías tecnológicas establecido por las condiciones del mercado.” (p. 69)

Esta dependencia adquiere nuevos significados, valores y apropiaciones otorgadas por la sociedad misma que los obliga a participar en las lógicas de desarrollo, motivadas por maximizar las ganancias económicas personales a partir de la elección de sus estudios profesionales y a lo largo de su carrera profesional.

Debido a la industrialización del estado de Guanajuato “hay diversas problemáticas ambientales que en lugar de ser atendidas de manera eficiente o con políticas públicas con perspectiva sustentable, son vistas como externalidades de oferta universitaria a nivel nacional” (SEP, 2015 citado en Uribe y Vargas, 2019, p. 5), esto es que las actividades que conforman a la EA en las ciudades industrializadas se perciben no como modelos educativos merecedores de ser impartidos en instituciones con valor curricular, sino como actividades extracurriculares libres de darles sentido. Si bien, esta premisa no es algo que impida el quehacer de la educación ambiental, sí es una oportunidad desaprovechada para sembrar los saberes ambientales mediante la educación. Aun cuando “las Universidades e Instituciones de Educación Superior gozan de autonomía formal (libertad de investigación y de cátedra), sus actividades académicas son afectadas por los valores dominantes de la sociedad en la que están inscritas” (Leff, 1998b, p. 71), y éstos a su vez se forman de acuerdo a los sistemas políticos y culturales que se desarrollan en cada sociedad que “define vocaciones y produce intereses profesionales que internalizan la función eficientista, productivista y utilitarista de la racionalidad económica dominante en la formación de «capital humano»” (ídem), lo cual significa

que “la valoración del conocimiento, la capacidad técnica y las habilidades profesionales por parte de la sociedad, repercuten en las orientaciones que adopta el trabajo académico en las universidades” (ídem). Entre más industrializada, urbana o moderna sea una ciudad, sus intereses primarios serán mantenerse de ese modo, sin tomar en cuenta otros aspectos que afectan la calidad de vida a largo plazo o para diferentes sectores de la población que tienen que ver directamente con la calidad del medio ambiente o los esfuerzos realizados para su buen mantenimiento. Estas influencias e intereses determinan las posibilidades de transformar las estructuras educativas mediante la innovación de métodos pedagógicos, la renovación de planes de estudio, la reorganización curricular o la reorientación de las actividades científicas en las universidades (Leff, 1998b). Para hacer frente a esta situación, “la formación ambiental se proyecta así a contracorriente de las demandas e intereses de la vida académica de las universidades y de la racionalidad económica dominante” (ídem, p.72), integrando efectivamente los objetivos de la EA a las instituciones de educación y a diversos espacios donde se pueda divulgar.

La problemática ambiental exige la producción de conocimientos sobre los procesos naturales y sociales que intervienen en su origen y en su resolución. En este sentido, “el potencial ambiental de cada región integra las condiciones ecológicas, culturales y tecnológicas que reorganizan la producción en la perspectiva de un desarrollo sustentable” (ídem, p. 74). La producción del saber ambiental, así como “su incorporación en los programas universitarios de investigación y docencia, son procesos atravesados por relaciones de poder, un poco de excepción se concibe cuando emergen nuevos conceptos y métodos de las disciplinas ambientales y en la elaboración de métodos pedagógicos para la transmisión del saber ambiental” (ídem). Y más aún, cuando las disciplinas diferentes contribuyen para crear unos conocimientos integrados y complejos, cuando surge la interdisciplinariedad en la producción de conocimientos y en los procesos educativos. Tiene razón Leff (1998b) cuando dice que la interculturalidad enfrenta para ello obstáculos epistemológicos, metodológicos e institucionales, ya que siquiera pensar en combinar dos o más conocimientos de disciplinas diferentes, se está poniendo en cuestión y combatiendo el paradigma dominante. Es necesario entender que los conocimientos y métodos necesarios para comprender y resolver una problemática ambiental dependen de las condiciones geográficas, ecológicas, políticas, económicas y culturales que constituyen el entorno en el que se insertan las universidades para formar capacidades

profesionales (ídem). Dependerá de estas condiciones el tipo de relación entre la sociedad y su medio para determinar qué tanto conocimiento y cercanía se tiene con el medio natural porque de esto dependerán las formas como se actúa y piensa el medio, y a su vez, que tanta importancia se le otorgue y que tanto cuidado se le procure.

Desde la sintetización de líneas de pensamiento de la educación ambiental que presenta Sauvé (2005), hace referencia a la corriente bio-regionalista que “se inspira generalmente en una  tica ecoc trica y centra la educación ambiental en el desarrollo de una relación preferente con el medio local o regional, en el desarrollo de un sentimiento de pertenencia a este último y en el compromiso en favor de la valorización de este medio” (p. 31)

Retomando la concepción de la EA como herramienta didáctica utilizada en las Instituciones de Educación Superior para promover una cultura ambiental sostenible, varios han sido los modelos pedagógicos planteados para abordarla. Teniendo en cuenta que la EA no tiene una única forma de ejecutarse y sabiendo que su fomento es contextual al lugar donde se practica, este tipo de educación pretende clarificar y hacer visibles sus modelos y sus marcos de fundamentación para mostrarlos como el resultado de una fase de mayor racionalización de las prácticas; los modelos sin prácticas son, por sí mismos argumentos retóricos y abstracciones exentas de instrumentación (Yrene-Alcaraz, 2020). Es necesario entonces llevar a la práctica los marcos teóricos y modelos en cualquiera de sus formas para que la EA tenga efectos reales y con sentido. Existen varias corrientes de pensamiento sobre los que se funda la EA que ayudan a este fin.

Antes de continuar, entenderemos por “corriente” una línea de pensamiento pedagógico con carácter innovador, que se encuentra en proceso de investigación, sistematización y validación que sirve como base de algunos modelos pedagógicos, ya que sientan sus bases. A su vez, los “enfoques” son una manera de concebir, organizar y realizar la educación y el aprendizaje, pueden dar origen y fundamento a distintas corrientes y modelos pedagógicos. Éstas provienen normalmente de las teorías, a partir de las cuales se hacen interpretaciones y se formulan criterios, lineamientos, políticas y estrategias pedagógicas (Las teorías del aprendizaje, 2013).

Conocer diferentes corrientes nos permite concebir y por ende, practicar la educación ambiental de acuerdo a la que más nos convenga ejercer en nuestro contexto. En función de cómo se

concibe el medio ambiente y la intención central de la educación ambiental, Sauvé (2005) formula una sistematización de algunas corrientes de la EA.

Tabla 2. Corrientes de la educación ambiental

Tipo de corriente	Enfoque de la educación ambiental
Naturalista	Centrada en la relación con la naturaleza estimulando el aprendizaje de ésta desde un enfoque cognitivo, experiencial, afectivo, espiritual, artístico con el fin de desarrollar un vínculo con la naturaleza. Ejemplo: la educación al aire libre.
Conservacionista/Recurista	La educación ambiental gira en torno a la conservación de los recursos tanto en calidad como en cantidad y, por lo tanto, la gestión ambiental. Ejemplo: los programas de educación ambiental centrados en las tres “R” (reducción, reutilización y reciclado).
Resolutiva	Informar a la gente a informarse sobre problemáticas ambientales así como a desarrollar habilidades apuntando a resolverlos, mediante la modificación de comportamientos. Ejemplo: creación de proyectos colectivos.
Sistémica	Identifica y analiza los diferentes componentes de un fenómeno ambiental, pone en relieve las diversas interacciones que se dan entre los diferentes elementos biofísicos y los elementos sociales a fin de desarrollar un modelo sistémico que permita acceder a una comprensión global de la problemática en cuestión y elegir soluciones apropiadas.
Científica	Pone énfasis en el proceso científico por su rigurosidad y para comprender las relaciones de causa a efecto. Integra las siguientes etapas: una exploración del medio ambiente, la observación de fenómenos, la emergencia de hipótesis y la verificación, la concepción de un proyecto para resolver un problema o mejorar una situación.
	Pone énfasis en la dimensión humana del medio

Humanista	ambiente, construido en el cruce entre naturaleza y cultura. Corresponde a un medio de vida, con sus dimensiones históricas, culturales, políticas, económicas, estéticas, etc. No puede ser abordado sin tener en cuenta su significación, su valor simbólico.
Moral/ Ética	La relación con el medio ambiente es de orden ético. El actuar se funda en un conjunto de valores, más o menos conscientes y coherentes entre ellos. Diversas proposiciones de la EA ponen énfasis en el desarrollo de los valores ambientales propios, es decir, clarificar sus propios valores en relación con su propio actuar.
Bio-regionalista	Se inspira en una ética ecocéntrica y centra la educación ambiental en el desarrollo de una relación preferente con el medio local o regional, en el desarrollo de un sentimiento de pertenencia a este último y en el compromiso en favor de la valorización de este medio.
Práctica	Pone énfasis en el aprendizaje en la acción, por la acción y para mejorar esta última. El proceso que emplea es la investigación-acción, cuita dinámica es participativa, implicando los diferentes actores de una situación por transformar.
De la sustentabilidad /sostenibilidad	Realiza prácticas al servicio del desarrollo sostenible apoyando los cambios sociales, culturales, políticos y económicos reduciendo las incidencias en el ambiente buscando centralmente desarrollar la capacidad en el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos naturales y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.
	Adopta el análisis y la denuncia de las relaciones de poder dentro de los grupos sociales en los modos de gobernanza, de producción, de

Feminista	consumo, de organización social y la dominación de las mujeres y de la naturaleza. Con el lema principal: “las mujeres han desarrollado en lo cotidiano estrategias de supervivencia de las cuales debe inspirarse la supervivencia del planeta. Sus ideas y sus acciones traducen otra comprensión de las problemáticas actuales (...), a nivel de un saber superior (...).” (Darlene Clover y colaboradores, 2000, p. 16-18, citado en Sauvé, 2005, p. 38)
Etnográfica	Pone énfasis en el carácter cultural de la relación con el medio ambiente. La EA no busca imponer una visión del mundo, sino tomar en cuenta la cultura de referencia de las poblaciones implicadas. Propone adaptar la pedagogía a las realidades culturales (y/o tradiciones) diferentes e inspirarse en las pedagogías de diversas culturas que tienen otra relación con el medio ambiente.

Fuente: Sauvé, 2005, p. 17-46.

Estos enfoques son concepciones y percepciones hipotéticas de la realidad educativa, social y de las diferentes formas de percibir el enfoque y la formas de ejecutar la educación ambiental. Algunas de estas corrientes se pueden aplicar simultáneamente y es evidente que aunque cada una tiene características particulares, también tienen puntos de convergencia. Todas, en diferentes modos, apuntan hacia la modificación de la ética personal que permita accionar en pro del medio ambiente o de los recursos naturales para ampliar, de esta forma, nuestro estar en el mundo.

Por otro lado, un “modelo pedagógico” se concibe como un patrón representativo de una teoría educativa. Son formas histórico-culturales de concreción o materialización de un enfoque, una corriente o un paradigma. Se centran en aspectos curriculares de la educación, dando especial relieve a un componente de la formación en torno al cual se hace girar todo lo demás. Los modelos se orientan más a la propuesta curricular a partir de la cual es posible determinar los propósitos, contenidos, metodologías, recursos y evaluación que serán tenidos en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Las teorías del aprendizaje, 2013).

De acuerdo a una síntesis de diferentes modelos pedagógicos planteados por varios autores, Yrene Alcaraz (2020) propone la siguiente tabla en la que se presenta cómo se atiende la enseñanza de la educación ambiental desde el entendimiento de las corrientes de la EA.

Tabla 3. Modelos pedagógicos de la Educación Ambiental.

Modelos pedagógicos	Enfoque
Interdisciplinar	Lo ambiental no es considerado como un objeto concreto sino como una relación que se establece entre los ecosistemas y las culturas. La interdisciplinariedad debe ser el resultado de un trabajo conjunto alrededor de un problema, en el cual las diferentes disciplinas sean capaces primero de analizar el problema a profundidad desde sus propia disciplina, para luego poner en discusión las diferentes perspectivas, siendo analizadas y cuestionadas desde múltiples ángulos. Este ejercicio conlleva cuestionar los límites disciplinarios del conocimiento y ayuda a construir nuevas perspectivas y métodos para entender y solucionar el problema o a construir un nuevo objeto de conocimiento (Eschenhagen, 2005)
Transversal	La transversalidad no sólo señala aquellos contenidos educativos que se consideran necesarios, sino que se ocupa fundamentalmente del sentido y de la intención que a través de estos aprendizajes quieren conseguirse; se trata así de una auténtica; educación en valores, un modelo ético que debe ser promovido por toda la institución educativa y por el conjunto del currículo. (González, 1996). Ninguna institución por sí sola puede abordar la totalidad de una problemática ambiental, por su parte Pedroza y Argüello (2002), sustentan que es necesario impulsar una educación ambiental transversal, que sustituya al tipo de educación fragmentaria.
Sistémico	El enfoque sistémico, toma en cuenta la complejidad de los objetos y fenómenos estudiados. En un segundo tiempo, se trata de comprender las relaciones entre los diversos elementos que componen los sistemas y de identificar por ejemplo las relaciones causales entre los acontecimientos que caracterizan la situación observada. (Sauvé. 2004)
	Es una estrategia para enfrentar y resolver problemas ambientales del contexto, con lo que se busca la transformación de la realidad ambiental, por medio de la construcción de una cultura

Ambientalista	ambiental que permite el disfrute de las generaciones presentes de los recursos naturales, asegurándonos de preservarlos para que las generaciones futuras también tengan ese derecho a disfrutar de ellos (Castrillón y García, 2009)
Ecologista	Se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del medio ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. No sólo se puede tratar desde el punto de vista de la biología, sino también desde el punto de la sociedad y de la cultura, tratando de ver sus relaciones. En la medida en que se pretende dar una educación a todo ser humano sobre el planeta hay que entender que el deterioro del ambiente no siempre obedeció a factores tecnológicos y demográficos (Pedroza y Argüello, 2002)
Investigación-Acción	Se persigue el cambio de una situación particular para responder a una necesidad, desarrollando una mejor comprensión de la situación. Su finalidad para la resolución de problemas comunitarios es el mejoramiento del medio educacional y del aprendizaje en vistas de transformar los jóvenes en actores portadores de cambios en un mundo en continua transformación y caracterizado por complejos problemas sociales y ambientales (Orellana, 1996)
Investigación del medio	Este modelo se centra en el diseño de estrategias de aprendizaje que le permitirá al estudiante la participación autónoma y crítica en la solución de problemáticas ambientales. El uso de este modelo en la educación ambiental requiere de actividades experimentales, tipo: encuestas o usando el método científico (que comprende los siguientes pasos: identificación del problema, formulación de hipótesis, recolección de datos, análisis y conclusiones), con lo que se estimulará al estudiante para la resolución de problemas de tipo ambiental (Jaramillo, 2006)
Ciencia Ciudadana	Este modelo se enfoca en la práctica conjunta ejecutada mediante la participación voluntaria para analizar o resolver asuntos que involucren el análisis de situaciones particulares que incluye llevar a cabo un proceso de observación, de hipótesis, captura de datos, análisis, presentación de resultados e interpretación y comunicación o divulgación de dicha interpretación. Y que eventualmente, puede impulsar a investigar de manera aislada algún acontecimiento destacado. Es un modelo abierto.

Fuente: Yrene-Alcaraz, 2020, p. 52-3 y elaboración propia.

El objetivo de mostrar los diferentes enfoques que tiene la EA en esas corrientes y en los modelos pedagógicos, nos ayuda a comprender los múltiples rumbos que puede tomar la educación ambiental sin excluir el contexto, la cultura, las cosmovisiones, la geopolítica y el pensamiento dominante de las regiones en donde se interviene.

La enseñanza-aprendizaje conforme a cualquiera de estos modelos implica la construcción de nuevos saberes, técnicas y conocimientos y su incorporación como contenidos integrados en el proceso de formación (Leff, 1998a) ambiental. Esto es, participar en un proceso de intercambio colectivo basado en estrategias de educación para promover el desarrollo de valores y principios ambientales, que van desde la adopción de principios ecológicos generales, es decir, comportamientos en armonía o relación con la naturaleza, así como una nueva ética de tolerancia hacia el otro y su perspectiva y hasta la capacidad de abordar nuevos derechos culturales y colectivos que tienen que ver con los intereses sociales en torno a la reapropiación y resignificación de la naturaleza y la redefinición de estilos de vida, que rompen con la homogeneidad y centralización del poder en el orden político, económico y cultural dominante (idem). La construcción de saberes personales que dan paso a conocer y entender realidades alternas con los demás, vienen dadas por la educación ambiental, lo que implica la afirmación de que no hay un saber ambiental hecho y ya dado, sino a concebirlo como un proceso educativo y formativo que fomenta la capacidad de construcción de conceptos por las personas, particularmente por los estudiantes a partir de sus “significaciones primarias” (Leff, 1998a), es decir, por el sentido y/o valor que le otorgan al su medio ambiente inmediato y lo que ello conlleva. Los estudiantes, en este sentido, son actores insertos en un medio social con una ideología que forma sus capacidades, prácticas y conocimientos que además son transmisibles y que forjan sus saberes personales en relación con su medio, lo que les permite desarrollar un pensamiento crítico. Visto así, el aprendizaje se considera un proceso de producción de significaciones y de apropiación subjetiva del saber (idem). El aprendizaje entonces, de manera general toma diferentes formas de acuerdo al sujeto que lo aprehende y cómo lo relaciona con su medio natural según el conocimiento de su propia realidad o conocimiento del mundo. La educación

ambiental iría dirigida hacia desarrollar una mejor y más compleja comprensión, conocimiento y relación con el medio natural y social.

2.2. Educación ambiental con enfoque trans e interdisciplinar en la Educación Superior

La transdisciplinariedad se revela como una “visión del mundo que busca ubicar al hombre y a la humanidad en el centro de la reflexión desarrollando una concepción integradora del conocimiento, implicando una nueva forma de apropiación del conocimiento, que no se ciñe a una rigidez metodológica, sino que se inicia con la búsqueda y construcción del saber, haciendo uso de la interpretación y la comprensión, retomando así mismo la explicación, la cuantificación y la objetividad” (Saavedra y López, 2021, p. 63).

Hablar de transdisciplinariedad es hacer referencia a “esquemas cognitivos que pueden atravesar las disciplinas” (Morin, 2010, p. 15). Es un proceso intelectual que va más allá de la existencia y convivencia de dos o más disciplinas, no es sólo la idea de conceptualizar estas palabras, sino que se debe “ecologizar’ las disciplinas, es decir, tomar en cuenta todo lo que es contextual comprendiendo las condiciones culturales y sociales, ver en qué medio ellas nacen, plantean el problema, se esclerosan, se metamorfosean” (idem), para combinarse y aportar las unas a las otras a un proyecto común. Un ejemplo de ello que interesa abordar en este apartado, es el trabajo transdisciplinario que lleva a cabo la educación ambiental, ya que al ser una disciplina compuesta por varias otras disciplinas, permite captar informaciones certeras desde diferentes modelos, perspectivas y metodologías que nutren una misma pero diferente visión del mundo.

Por otro lado, la educación ambiental interdisciplinaria “forma humanos capaces de estar en armonía con todas las formas de vida, de ser responsables y comprometidos con el cuidado, la conservación, confrontación-defensa de la Tierra y, la acción para la resolución de los diferentes problemas ambientales” (Bonilla, 2020, p. 45). La educación trans e interdisciplinaria es un conjunto de “procesos horizontales y dialógicos de enseñanza-aprendizaje; encuentro y, construcción de saberes-conocimientos, principios de vida, prácticas y formas de relacionarse con la Tierra (ibidem,

p. 44), planteados como una forma de transformar al propio ser mediante procesos cognitivos que implican encaminarse hacia una lógica ambiental más crítica, consciente e inclusiva.

Cuando se habla de trabajo educativo interdisciplinario dentro de los modelos medioambientalistas, se hace referencia “al desarrollo de un saber-acción para la resolución de problemas locales y el desarrollo local, [que] insiste en la contextualización de los temas tratados y en la importancia del diálogo de los saberes: saberes científicos formales, saberes cotidianos, saberes de experiencia, saberes tradicionales, etc.” (Sauvé, 2005, p. 35), que posibilitan la integración y convergencia de otras formas de conocimiento de la realidad y que aborda los discursos con un enfoque crítico sin tomar nada por dado para lograr un efectivo “enriquecimiento progresivo de una teoría de la acción” (idem). Lograr ese diálogo de saberes sin perder la objetividad pero sin descartar por completo la subjetividad que tiene el conocimiento, permite abordar una situación bajo diferentes ángulos complementarios y confrontar soluciones desde una perspectiva más panorámica.

De acuerdo con Leff (1998b), la construcción de la racionalidad ambiental demanda la transformación de los paradigmas científicos tradicionales y la producción de nuevos conocimientos, el diálogo, hibridación e integración de saberes, así como la colaboración de diferentes especialidades, planteando la organización interdisciplinaria del conocimiento para el desarrollo sustentable. Ello genera nuevas perspectivas epistemológicas y métodos para la producción de conocimientos, así como para la integración práctica de diversos saberes en el tratamiento de un problema común. De igual manera, “la constitución de un objeto transdisciplinario que permite crear el intercambio, la cooperación y la policompetencia” (Morin, 2010, p. 12).

Siendo así, la educación ambiental “se ha constituido sobre un objeto y un proyecto interdisciplinario a partir del momento donde el concepto organizador [...] ha permitido articular los conocimientos más diversos” (idem). La EA ha logrado servirse de diferentes disciplinas y cambiar las estructuras ideológicas de las personas involucradas, convirtiéndolas en seres competentes desde una perspectiva ética poseedores de conocimientos profundos y complejos que les permite a su vez, articular y organizarse dentro de las disciplinas antes distanciadas para crear una unidad disciplinaria con un proyecto común en el que convergen complementariamente y no antagonistas; “la perspectiva relacional fomenta de forma superficial el contacto e intercambio entre personas [o disciplinas, o conocimientos] pues en ella, se ocultan o minimizan la conflictividad, los problemas

de poder y dominación en las estructuras sociales, políticas, económicas y epistémicas. Los conflictos se encubren y dejan de lado las diferencias culturales que se marcan en términos de superioridad e inferioridad” (Walsh, 2009 citada en Bonilla, 2020, p. 38). La interdisciplinariedad sirve para esto, para romper la barrera separatista en las diferentes estructuras que forman parte inseparable del ser humano.

Enrique Leff (2007) expone que el saber ambiental produce un cambio de episteme y motiva a cambiar la estructura de nuestra existencia hacia la relación entre el ser y el saber para desde allí plantear nuevas perspectivas de comprensión y apropiación del mundo y que de esta forma, abre vastas opciones de relacionarnos con la otredad. Así, emerge “una conciencia ambiental que enfrenta el mito del desarrollismo y la esperanza de alcanzar los beneficios de la globalización económico-ecológica” (Leff, 1998b, p. 70), ya que se construye en las personas un nuevo pensamiento y acción que implica la deconstrucción parcial o total de su percepción del mundo y saberes dominantes.

Desarrollar una conciencia ambiental también posibilita un análisis más profundo sobre la acción de cambio que aporta a lo externo de uno, lo que existe y de lo que somos parte, es decir, darle importancia a “los intereses y valores que movilizan una toma de conciencia sobre la pérdida de los valores culturales [...] y la participación ciudadana en la organización institucional y en el proceso de toma de decisiones” (ibidem, p. 80), lo que ayuda a ver más posibilidades y formas de aportación ciudadana puntuales en las decisiones de lo externo; los espacios públicos y educativos que nos competen a todos, particularmente en las Instituciones de Educación Superior en cuyo proceso de formación profesional de estudiantes incorpora, o debería incorporar ciertos principios normativos sobre conocimientos ambientales, para así confirmar que “la producción y la incorporación del saber ambiental en las universidades se da en un proceso de apertura de los paradigmas teóricos, las barreras institucionales y los intereses disciplinarios, donde se enmarcan las prácticas académicas de los centros de educación superior” (ibidem, p. 81), es por eso que poseer una conciencia ambiental consensúa la toma de decisiones de diferentes actores sociales, para que mediante un acuerdo de intereses en común, análisis y propuestas, puedan convertir en principios normativos las prácticas académicas dentro de las normativas de la cultura ambiental.

Tal como Saavedra y López (2021) expresan, cuando dicen que las instituciones de educación superior deben ser

un espacio abierto para la formación profesional que propicie el aprendizaje permanente, brindando una gama de opciones y la posibilidad de entrar y salir fácilmente del sistema, así como oportunidades de realización individual y movilidad social con el fin de formar ciudadanos que participen activamente en la sociedad y estén abiertos al mundo. La relevancia de la universidad como ente generador de conocimientos, capaz de presentar pensamientos de concientización pro ambientalistas, proyectados hacia otros escenarios, otros actores sociales (p. 57).

Las universidades siendo espacios donde el aprendizaje permanente trasciende y desarrolla profesionalizaciones individuales, actúan como espacios ideales para propiciar los saberes ambientales de los modelos trans e interdisciplinar, ya que en este espacio de aprendizaje interactúan diferentes disciplinas y sería plausible movilizar a grupos de personas, en este caso, de estudiantes que aprendan planteamientos teóricos que los impulsen a tomar acciones concretas.

Promover espacios de diálogo y movilización social en los estudiantes, así como difundir la diversidad de saberes ambientales sobre el entorno más próximo a ellos les permite “resolver problemas ambientales y les da una visión y convicciones como base para un comportamiento responsable hacia la naturaleza (Hundt, 1986, p. 41, citado por Leff, 1998b, p. 73), esto implica involucrarse en programas, proyectos o grupos de ambientalistas que promueven estrategias que salvaguardan la vida en sus diferentes formas y establecen acciones que insinúan una cultura ambiental.

No obstante, “son apenas incipientes los programas de formación ambiental orientados hacia la construcción de una racionalidad alternativa, capaz de comprender, promover, movilizar y articular los procesos naturales, tecnológicos y sociales que abran las opciones para otro desarrollo” (ídem). Desde una lógica económico-desarrollista pensar en la posibilidad de “otro desarrollo”, significa creer que se interrumpe el progreso desarrollista que se ha alcanzado, sin embargo, las otras formas de desarrollo son posibles y más sostenibles.

Para incorporar saberes ambientales en la formación profesional se requiere “la elaboración de nuevos contenidos curriculares [...], implica la construcción y legitimación de ese saber, su transmisión en el aula y su práctica en el ejercicio profesional.” (Leff, 1998b, p. 81) si bien, la educación ambiental puede ser de tipo formal para incluirla en los planes curriculares, puede tratarse también de una educación ambiental de tipo no formal o informal, que no necesariamente se añade a las asignaturas como materia curricular, sino que se ejecutan prácticas de cultura ambiental dentro de las instituciones de educación superior a través de proyectos, pláticas, cursos, seminarios o cualquier actividad que enriquezca el saber ambiental en los estudiantes siempre y cuando la práctica contribuya a legitimar y a apropiarse individual y colectivamente, los saberes ambientales de manera permanente, mediante una reconfiguración de la ética ambiental.

No debemos olvidar que la orientación de la formación ambiental en la educación superior, es decir, el desempeño de habilidades profesionales que añaden saberes ambientales consideran “el contexto geográfico, cultural y político” (idem) en los que se ejercen, esto considera a su vez las problemáticas ambientales identificadas a las que se deberá hacer frente con ayuda de las habilidades y conocimientos aprendidos.

Modelos pedagógicos como la ciencia ciudadana ayudan a tener un mayor acercamiento a la formación ambiental de tipo no formal en los estudiantes de la educación superior, ya que ésta, posee “un cúmulo de saberes prácticos” (idem), compartidos mediante la interdisciplina que promete nuevas actitudes, aptitudes, valores, conocimientos y conciencia sobre la relación entre el medio ambiente, la tecnología, la ciencia y la sociedad. La adopción de un saber ambiental “se produce a través de relaciones de poder que obstaculizan o promueven la gestación, emergencia y realización de su potencial transformador de las relaciones entre las formaciones sociales y su entorno natural” (Leff, 1998b, p. 81), a mayor profesorado o especialistas que actúen bajo una racionalidad ambiental será más fácil promover acciones sobre educación ambiental en diferentes contextos sociales y culturales, ya que los movimientos sociales con causas comunes se organizan con mejor precisión según las condiciones en las que pueden ejecutar las estrategias propuestas. La racionalidad ambiental, como una estrategia alterna al desarrollo económico, articula principios ambientales; “es un proceso social, síntesis de teoría y praxis, de transformaciones teóricas, movimientos sociales y cambios institucionales que inciden en la concreción del concepto de ambiente” (ibidem, p. 82).

Cabe resaltar que “la educación ambiental adquiere diferentes grados de intensidad ambiental, que pueden concebirse como niveles de internalización del saber ambiental en los contenidos educativos” (idem), el grado de intensidad depende del contexto en el que la formación ambiental intenta implementarse. El contexto social, cultural, político y educativo impide o promueve los saberes ambientales de la comunidad y en gran parte, de esto depende la facilidad y fluidez con la que se reproducen los conocimientos ambientales en distintos espacios tanto públicos como educativos (en diferentes grados académicos), en los que se promueve la EA informal, no formal y formal. Se entiende entonces que “la combinación del contexto local y los estudios universitarios sí contribuyen a que los jóvenes puedan detectar los problemas ambientales más relevantes en su entorno inmediato” (Uribe y Vargas, 2019, p. 17) y participar en la búsqueda de soluciones y/o a evitar que sucedan, o como mínimo, conocer la existencia del mismo y hacer un análisis individual acerca de eso.

Existen diferentes iniciativas que promueven los conocimientos ambientales dentro y fuera de las instituciones de educación. En muchas de ellas cuyas características destacan por estar integradas de personas con enfoques o áreas de estudio diversos, resultando en una relación de aprendizaje interdisciplinario que enriquece el conocimiento que se pudiera aprender. A nivel universitario, la interdisciplinariedad, característica de los proyectos prácticos emprendidos por académicos y/o por estudiantes, se convierte en un punto clave e importante que propone un espacio de diálogo que expande el conocimiento a múltiples disciplinas de las cuales se compone. La interdisciplinariedad de ésta manera, ha sido un punto de referencia constante de los proyectos educativos, sobre todo a nivel universitario (Leff, 1998). Para que la interdisciplinariedad se lleve a cabo, debe cuestionarse y, en su caso, problematizarse, aquello que se sabe. Ya que la EA requiere la “construcción de nuevos objetos interdisciplinarios de estudio a través de la problematización de los paradigmas dominantes” (idem) para tener un análisis más profundo.

No olvidemos que la educación universitaria cumple propósitos centrales orientados a la “formación integral del individuo, significando el cultivo de condiciones de la personalidad humana en lo real, intelectual y moral donde todos y cada uno de los participantes han de reflexionar y producir conocimientos útiles que les permitan brindar respuestas efectivas, cónsonas y oportunas

ante los diversos escenarios ambientales del presente y el futuro comportados por el pensamiento ambientalista” (ibidem, p. 56), que se complementa mejor con los aportes de otras disciplinas. Sin embargo, a los proyectos de educación ambiental formal les ha faltado “la conformación de masas críticas de profesores, tanto en número como en carácter, así como una vigilancia epistemológica, metodológica y pedagógica en la conducción de estos programas. Por lo general, la epistemología y la metodología de las ciencias no han sido incorporadas en los programas de estudio de las ciencias ambientales. Para ello sería necesario elaborar formas de evaluación cualitativa de los métodos de la complejidad de la ciencia post-normal aplicados a la educación ambiental, sujetándola de los principios de la ciencia positivista” (Leff, 1998). La falta de profesores capacitados en las ciencias ambientales, sobre todo la falta de educadores ambientales en la actualidad se traduce como un avance lento en la rama de la EA, comparándolo con la rapidez en la que avanzan las destrucciones ambientales. Además que, al notar que existen variados modelos aplicables a la enseñanza de la EA, la vigilancia y evaluación del trabajo educativo del medio ambiente se vuelve subjetivo.

En muchos casos, la educación ambiental en los diferentes niveles educativos se reduce a la incorporación de temas y principios ecológicos a las diferentes materias de estudio y a un tratamiento general de los valores ecologistas, antes que comprender el significado conceptual y simbólico de “ambiente” y el pensamiento de la complejidad en la formación de nuevas mentalidades, conocimientos y comportamientos (Leff, 1998). En la educación formal, la incorporación de las ciencias ambientales en gran medida se ha limitado a internalizar los valores de conservación de la naturaleza; los principios del ambientalismo se han incorporado a través de una visión de las interrelaciones de los sistemas ecológicos y sociales para destacar algunos de los problemas más visibles de la degradación ambiental, como la contaminación de los recursos naturales y servicios ecológicos, el manejo de la basura y la disposición de los desechos industriales. La pedagogía ambiental se expresa en el contacto de los educandos con su entorno natural y social (idem). Como hemos revisado, la educación ambiental es un sistema más complejo, que implica el conocimiento de las causas-efectos y la adopción de un modelo de trabajo interdisciplinario que tome en cuenta la complejidad de los problemas estudiados así como la complejidad del objeto que los estudia.

Sauvé (2005), menciona que el estudio de un medio ambiente dado lleva primeramente a la identificación de los siguientes aspectos:

[Primero] Los elementos del sistema, es decir los actores y factores (incluso humanos) aparentemente responsables de un estado (o de un cambio de estado); las interacciones entre estos elementos (la sinergia por ejemplo o los efectos contradictorios); las estructuras en las cuales los factores (o los seres) intervienen (incluyendo las fronteras del sistema, las redes de transporte y de comunicación, los depósitos o lugares de almacenamiento de materias y de energía); las reglas o las leyes que rigen la vida de estos elementos (flujos, centros de decisión, cadenas de retroacción, plazos, etc.). En un segundo tiempo, se trata de comprender las relaciones entre estos diversos elementos y de identificar por ejemplo las relaciones causales entre los acontecimientos que caracterizan la situación observada. Finalmente, se puede aprovechar la comprensión sistemática de la situación estudiada para la búsqueda de soluciones menos perjudiciales o más deseables respecto al medio ambiente.” (p. 25).

Debemos entonces, tomar en cuenta el contexto de los sujetos que causan los fenómenos estudiados, es decir, los problemas medioambientales y la relación que tienen entre ellos, para comprender por qué se actúa de tal forma y así, poder encontrar un equilibrio entre ambos sujetos/objetos que perjudique lo menos posible a cualquiera.

Dice Leff (1998), que los valores y principios ambientales que promueven una pedagogía del ambiente deben enriquecerse con una pedagogía de la complejidad, que introduzca en los educandos una visión de la multicausalidad y las interrelaciones de su mundo en las diferentes etapas del desarrollo psicogenético, que genere un pensamiento crítico y creativo basado en nuevas capacidades cognitivas. Para lograr este objetivo conviene entonces emplear algún modelo pedagógico en el que confluyan los principios de la sustentabilidad, la complejidad y la interdisciplinariedad. En la perspectiva de esta racionalidad ambiental, la interdisciplinariedad es más que la sumatoria de las ciencias y saberes heredados, porque implica la problematización y transformación de los conocimientos que genera el concepto de ambiente.

En su prólogo, Toledo Manzur describió que esto se deja atrás la idea de que la conciencia ambiental solo se logra instruyéndose en los panoramas develados por la investigación científica, y se vuelca a explorar los posibles roles y contribuciones de la actividad artística, no solo la información veraz y el conocimiento, sino que además explora la incorporación a través de la emoción, la intuición y el sentimiento (Reyes Ruiz, *et al.*, 2017).

3. Apuntes sobre la Ciencia “cerrada” y la Ciencia “abierta”

La ciencia que hoy se conoce y se practica, comenzó a desarrollarse autónomamente desde el siglo XVI. Los científicos que comenzaban a formarse en esta área se enfrentaban a la voluntad de la Iglesia y a los deseos de la nobleza para poder hacer investigaciones. Debido a esto, muchas otras investigaciones se realizaban en espacios cerrados o privados en los que se podía garantizar y proteger libremente su labor, sin limitaciones en sus quehaceres. La ciencia desde entonces y hasta el día de hoy se ha caracterizado por ser objetiva y precisa en los métodos que implementa, porque logra encontrar una verdad objetiva sin márgenes de error. Por esta razón se consideró una práctica privada y exclusiva, creada y consensuada sólo por algunos cuantos intelectuales dedicados casi enteramente a descubrir verdades absolutas de la realidad. La comunidad científica en ese entonces era la única capaz de aprobar y aportar las investigaciones científicas que consideran objetivas y encaminadas a lo real y tangible.

La ciencia así, es un tipo de conocimiento especializado y justificado por métodos científicos rigurosos y absolutos, una ciencia en la que “permean intereses, valores y poderes sociales diversos, que mantiene su estructura interna cerrada como una especie de caja negra”. (Piña-Romero, 2017, p. 51) a la que sólo los más cualificados y capacitados, tienen acceso, en el sentido de poder aportar o si quiera participar en su producción debido a la rigurosidad de evidencias científicas que emplea, por esa razón se le nombraba como ciencia “cerrada”.

La ciencia, según Kuhn (1971) es una recopilación de investigaciones que, fundadas según el método científico, son reconocidas durante un tiempo determinado pero que pasado este tiempo, continúan manteniendo un poder dominante en sus prácticas. Es decir, es una teoría aceptada por la mayor parte de la sociedad a nivel planetario porque se confía y se cree en la argumentación rigurosa y dogmática que presenta. Esta teoría, se desarrolla en tres pasos generales: se determina un hecho u hechos significativos, se acoplan a una teoría y luego se articula esa teoría. Su característica principal es la existencia de un paradigma (Kuhn, 1971), es decir, de un modelo “cuyo objetivo es el conocimiento; este producto se confirma cuándo hay consenso sobre su validez en el seno de la comunidad científica experta” (Pérez Tamayo, 2002, p. 15). Esta idea se pone a prueba mediante observaciones detalladas y experimentos cuyos resultados consensuados, permiten decidir hasta

dónde esa explicación coincide con la realidad, a modo de comparación y si es que coincide, entonces la teoría resulta ser correcta, para de esta manera recibir el nombre de descubrimiento científico, digno de convertirse en un paradigma en el mundo científico.

Frente al ideal del proyecto científico fundado en la racionalidad formal de lograr un control creciente del mundo, a través de su capacidad de predicción, determinación y simplificación, la educación ambiental incorpora las dimensiones de la complejidad, el desorden, el desequilibrio y la incertidumbre en el campo del conocimiento, afines con los principios de la ecología y sistemas abiertos. La ciencia con la educación ambiental incorporada deja de ser un proceso acumulativo y creciente de conocimientos positivos y materializables, para incorporar la cuestión del poder en el saber y el carácter estratégico del conocimiento (Leff, 1998), de acuerdo al contexto en el que se desarrollan los proyectos científicos y ambientales. La producción sustentable emerge así como nuevo objeto científico interdisciplinario y la educación ambiental como un instrumento para la construcción de la racionalidad ambiental (idem). La ciencia cerrada antes practicada, deja de serlo poco a poco con la incorporación de la educación ambiental que analiza problemas desde distintas perspectivas en conjunto.

Por su parte, la ciencia “abierta” a diferencia de la ciencia cerrada, “expone su funcionamiento interno: la forma en que se produce” (Piña-Romero, 2017, p. 51), dando a conocer parte de su desarrollo al público más general y no solo a la comunidad científica como solía pasar con la ciencia cerrada. El objetivo de compartir el desarrollo de un descubrimiento científico únicamente con los miembros de la comunidad científica, como ocurría con la ciencia cerrada era el de hacer más eficiente una investigación, tener aportaciones objetivas de expertos que tuvieran conocimientos de teorías justificadas y evidenciadas apegadas a la realidad y evitar aquellas aportaciones subjetivas de personas sin experiencia en el método científico. Sin embargo, con la ciencia abierta, el proceso para alcanzar un fin científico, se transforma. En este nuevo contexto, el proceso del descubrimiento científico se complementa con el trabajo de la comunidad científica experta y especialista en el tema así como las aportaciones de miembros de la sociedad civil, llámense no expertos o “amateurs”, quienes no necesariamente tienen experiencia en la investigación científica pero sí tienen la mejor intención de aportar en las diferentes partes del proceso del descubrimiento científico.

Aquí sucede un procedimiento interesante porque al momento de presentar un descubrimiento de índole científico, es necesario, por naturaleza propia, que la investigación sea objetiva, basada en evidencias y precisa para que tenga validez y formalidad ante las personas o instituciones a las que se va a presentar. Durante el proceso de creación o descubrimiento, es necesario emplear una metodología precisa cuando se recolectan los datos, al interpretarlos y al procesar la información para finalmente presentarla. Es fundamental tener el aporte de todo un equipo especializado, conformado por miembros que tendrán tareas particulares designadas dentro del ciclo de descubrimiento científico. Lo destacable es la aportación de cada parte para lograr el objetivo final: descubrir algo empleando la metodología científica.

Dentro de la ciencia abierta, las tareas del quehacer científico se designan tanto a miembros de la comunidad científica, como a miembros de la sociedad que participen en ello (amateurs). La aportación que ambos grupos sociales en conjunto hagan de cualquier modo, funciona sin perder la científicidad por completo en cualquier investigación, es decir, su objetividad y los fundamentos en los que se desarrolla.

Se puede decir que hay un aprovechamiento con doble función para los colaboradores de una investigación científica. Por un lado, para los amateurs es provechoso el acompañamiento, supervisión y trabajo en conjunto con los expertos o especialistas, quienes según su experiencia, comparten con ellos el conocimiento, las metodologías y descubrimientos que han tenido a lo largo de su trabajo como investigadores. Los amateurs en este sentido, pueden inspirarse para crear a partir de ese trabajo en conjunto con los expertos nuevas investigaciones en función de lo aprendido. Lo que se traduce como una efectiva transmisión de conocimiento científico.

Por otro lado, los expertos se benefician al obtener información real sobre asuntos específicos sin que sean ellos mismos quienes la recolectan, y que les servirá para completar parte de sus investigaciones.

Puede haber cientos de situaciones, pero pongamos una para dar un ejemplo. Una científica (C1) tiene amplios conocimientos en plantas medicinales mexicanas las ha estudiado por un par de años y ha conocido casi todas las variantes. Su más reciente trabajo sobre estas plantas es una guía de plantas medicinales de uso desinflamatorio, únicamente. Para completar su investigación, requiere

conocer la planta, su nombre científico, nombre común en español y nombre indígena (porque además, ha añadido esta variante a su recolección de información), la descripción física de la planta, el origen y lugar dónde se ubica (y su descripción ambiental) y los beneficios que tiene. Debido a que las variantes desinflamatorias que la C1 ha determinado presentar en su guía se encuentran extendidas a lo largo de diferentes regiones de las ciudades, y le es imposible ir en busca de ellas personalmente porque atiende la coordinación de una escuela preparatoria e imparte clases, se ha dado la tarea de convocar a personas que tienen contacto directo con éstas plantas para que sean ellas las que les brinden la información necesaria para completar su guía. Por medio de un comunicado ha pedido la colaboración de personas que conozcan el listado de plantas medicinales desinflamatorias con los detalles antes mencionados. Sus colaboradores, son grupos de nativos de las regiones donde estas plantas crecen, que las conocen y reconocen las características solicitadas. Así que sin problema, pueden brindarle información sobre ellas. Han contactado a la C1, y juntos han creado un grupo de comunicación en el que interactúan en la distancia ya que son varias ciudades diferentes en las que se distribuyen las plantas requeridas. Conforme pasa el tiempo, han compartido con la C1 información bastante interesante sobre las plantas y ella ha compartido de vuelta otra información, tal como el proceso de conversión de una planta medicinal a una medicina moderna o patentada y más detalles desconocidos hasta entonces, por parte de sus colaboradores.

Como vemos, es un ejemplo en el que la ciencia se comparte sin perder el sentido objetivo de los descubrimientos científicos pero sí dejando a un lado el dogmatismo científico sobre el proceso de un descubrimiento científico. De esta manera, se puede decir que la ciencia es abierta cuando en las investigaciones se integran los aportes de personas no expertas en el tema en cuestión, externas a una comunidad científica.

Un tema interesante que surge de esta situación, es el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para hacer posible la transmisión y recolección de datos a la distancia y la publicación de los resultados finales. Además del método de recolección de datos que se mencionó en el ejemplo anterior, existen más formas de recolectar informaciones y observaciones, tales como algunas plataformas digitales “[...] lo digital y lo abierto son las dos caras de la moneda, que literal y metafóricamente, caracterizan uno de los principales embates del desarrollo científico actual” (Piña-Romero, 2017, p. 50), la ciencia está encaminada a la tecnología moderna sin frenos, lo que permite

que la divulgación científica tenga un mayor alcance debido a la utilización digital. Existen plataformas digitales para recolectar información de diferentes índoles, que llevan esto a la realidad. En México, existen diferentes iniciativas. Para dar un ejemplo concreto de esto, actualmente en CONABIO se gestionan tres de ellas:

1. AverAves¹³. Se trata de una plataforma digital creada en el 2004, que forma parte de la red internacional de eBird. Quienes colaboran aquí se dedican a observar aves y subir los datos observados (listado de especies, localización y fecha) a la plataforma en cuestión, alimentando una base de datos de acceso libre al público. Se estima que a la fecha ha generado aproximadamente 13 millones de registros de especies de aves.
2. NaturaLista¹⁴. Es una red social (internacional), en la que los colaboradores toman fotografías o audios de animales, plantas y hongos para compartirlas en la plataforma y que ésta identifique el tipo de especie registrada. Actualmente tiene casi un millón de observaciones.
3. EncicloVida.¹⁵ Plataforma web que contiene registros de plantas, animales, hongos, bacterias y protozoarios de colecciones científicas de México. La información que reúne proviene de las plataformas AverAves, NaturaLista y otras instituciones académicas.

El empleo de las TIC's es una herramienta que medía la apertura de la producción de la ciencia al público en general. Gracias a estas plataformas se crea una red de colaboración en la que la mayoría de las aportaciones son aceptadas y sirven para la conservación y la creación de artículos científicos. Se puede decir que con el uso de estas plataformas, se ahorra tiempo y dinero. Las observaciones de los amateurs ayudan a los expertos a conocer más sobre la biodiversidad y a desarrollar investigaciones sobre todo de conservación, teniendo datos al alcance de un par de clics en un ordenador. Con esto ya no es totalmente necesario que un investigador se desplace de su ubicación geográfica para recolectar por sí mismo los datos que requiere. Aunque también se debe tomar en cuenta el tipo de investigación que se pretenda hacer.

¹³ aVerAves. <<https://ebird.org/averaves/home>> [20 de junio de 2021].

¹⁴ naturalista. <<https://www.naturalista.mx/>> [20 de junio de 2021].

¹⁵ Enciclovida. <<https://enciclovida.mx/>> [20 de junio de 2021].

De esta manera, la ciencia abierta apostaría por una “nueva cultura científica en la que los ciudadanos dejaríamos de ser espectadores de la ciencia y pasaríamos a ser partícipes de la propia experiencia científica” (Piña-Romero, 2017, p. 52), con la que se brinda la oportunidad de colaboración y apropiación del conocimiento de la biodiversidad y contribuyendo a la resolución de crisis ambientales de la actualidad. Dentro de esta nueva concepción científica es relevante hablar sobre nuevos contextos axiológicos “bajo esta concepción de apertura, que se reduce al dato, los ideales de libertad y democracia que ha supuesto la ciencia abierta se traducen en una forma de acelerar la transferencia del dato, mejorar el alcance geográfico del dato y aumentar la cantidad de datos que sustentan los resultados de investigación, que tarde o temprano se traducirá en más datos. (Piña- Romero, 2017, p. 53). Los datos ayudan a que se tomen decisiones para conservar, crear y reproducir informaciones nuevas. Además que durante el proceso de participación se aprenden y aumentan los conocimientos porque se abre un diálogo con más expertos y amateurs del tema. Es necesaria e indispensable la participación de la sociedad para resolver los problemas ambientales, es indispensable para hablar de democracia en la ciencia.

Como parte de la ciencia abierta se pueden concebir trabajos científicos de ciencia ciudadana, ya que se posibilita la investigación científica participativa. Así, la ciencia normal que se había desarrollado sólo entre miembros de la comunidad científica, encuentra plausible la idea de incorporar a los ciudadanos, a los no expertos, como actores de la producción científica. La ciencia abierta es colaborativa respecto a su producción y es gratuita respecto a su acceso.

Si se relaciona la educación ambiental y la enseñanza de la educación científica, el argumento principal concierne en las finalidades de estas dos dimensiones de la educación: por una parte, con la finalidad de optimizar la relación con el medio ambiente, la educación ambiental tendría como objetivo el desarrollo de actitudes que permitan actuar respecto a las realidades ambientales desde una postura ética. Por otra parte, la educación científica se basa en la idea de estudios que implican la racionalidad, la objetividad, el rigor, la validez, entre otros aspectos que no tienen tanto peso sobre los valores éticos, sino sobre la praxis.

4. Concepto de Ciencia Ciudadana

La ciencia ciudadana (CC), conocida también como ciencia colaborativa, ciencia participativa, investigación participativa, demociencia, ciberciencia, ciencia de colaboración abierta distribuida, ciencia comunitaria, ciencia pública, entre otros (Moreno Jordán, 2020), “es la participación del público en la investigación científica, ya sea investigación impulsada por la comunidad o investigaciones globales” (Citizen science, 2021), y se refiere al trabajo científico integrado por personas voluntarias, llámense amateurs, que no tienen una especialización de tipo formal en el área de conocimiento en la que participan y por científicos en su papel de actores especializados de manera formal, cuya colaboración de ambos resulta en datos sociocientíficos auténticos (Jordan et al., 2015), ya que las investigaciones hechas son a partir de la contribución de la sociedad civil con aportación de profesionales y/o de instituciones científicas.

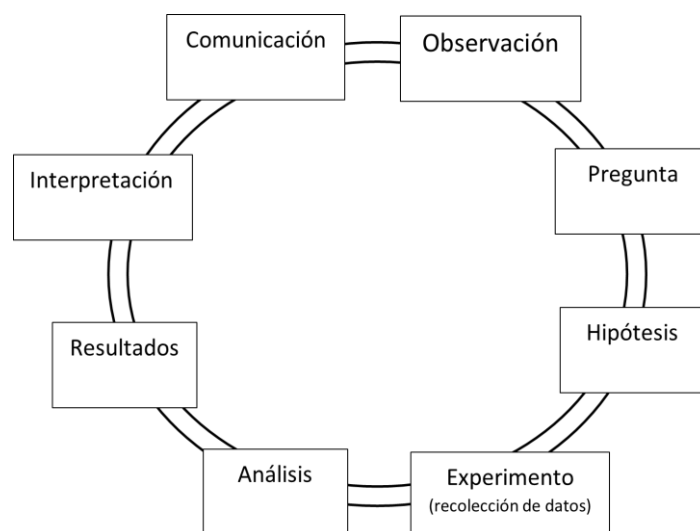
La ciencia ciudadana, se concibe también como una “construcción colectiva de investigadores y ciudadanos, es una herramienta que posee un gran potencial para ser usada en el ámbito educativo y para trabajar en la conservación de la biodiversidad” (Betancur, 2016, p. 1), es una “mirada extra-disciplinaria” (Morin, 2010, p.10). Opera bajo un conjunto de acciones que se practican de tipo no formal dentro de un espacio educativo y también fuera de él. En las investigaciones que emplean la ciencia ciudadana, existe un proceso formativo en los participantes según el nivel de participación (Bonney et al., 2009) de cada miembro, relacionado intrínsecamente con su interés y expectativas propias al corroborar en la investigación. Esquemáticamente, este argumento puede representarse de la siguiente manera:

Tabla 4. Niveles de participación en la ciencia ciudadana. Adaptado de Bonney et al., (2009).

Nivel	Tipo	Descripción
1	Contributivo	En la recopilación de datos.
2	Colaborativo	En el proceso científico: recopilación y análisis de datos.
3	Cocreado	En todo el método científico.

En este argumento, la participación ciudadana se percibe desde el involucramiento de una persona o grupo en la captura de datos y en su relación con la comunidad científica, brindando lo necesario para que se interesen, apropien y tengan la habilidad de practicar constantemente el estudio científico. Entre mayor sea la participación en investigaciones científicas de este tipo, mayor será el nivel formativo, los aprendizajes y la alfabetización científica (Jordan et al., 2015), de acuerdo también al contexto social y ambiental en el que se desarrollen las investigaciones colaborativas, que al igual que las “situaciones de aprendizaje propuestas en educación ambiental, interesan a los alumnos [o personas en general] porque ellas están relacionadas con su realidad concreta. Ellas ofrecen un contexto de vulgarización de nociones abstractas. Por otra parte, se puede ligar el conocimiento a la acción. Y los jóvenes tienen la necesidad de sentir que ellos pueden participar en el cambio social” (Sauvé, 2005, p. 27). Popularizar el conocimiento, en el sentido de la forma en que este se desarrolla, se procesa y sobre todo, el lenguaje en el que se expresa invita más a la comunidad a sentirse con la capacidad de participar en ello.

Existe un proceso epistemológico en el que se desarrolla la ciencia ciudadana:



Gráfica 1. Proceso cíclico del desarrollo de la ciencia ciudadana. Adaptado de CONABIO, 2021 ¹⁶

¹⁶ <https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/que-es>

Como se muestra, hacer ciencia ciudadana es un trabajo científico que se comienza con algo primitivo como observar; conocer de cerca un fenómeno de la naturaleza inmediata que nos causa curiosidad porque rompe la normalidad y nos hace cuestionarnos el por qué de eso, para luego de analizar las posibles causas, se deduzca una hipótesis. En este punto, se debe decidir si se desea conocer los efectos del fenómeno reconocido para poner manos a la obra y recolectar datos que nos permitan llegar a conocer más eficazmente el fenómeno e ir, mediante la orientación de modelos pedagógicos como los mencionados en párrafos anteriores, se pueda llegar a tener un análisis crítico y colaborativo de los resultados obtenidos, al mismo tiempo que se interpretan cuidadosa, objetiva y colectivamente para divulgarlos al resto de la comunidad.

Es importante mencionar que este modelo brinda un mayor y fácil acceso a diferentes actores, porque se puede ejecutar mediante las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs), para trabajarse híbridamente tanto en espacios virtuales como de manera presencial. Participar en proyectos de ciencia ciudadana, sucede únicamente de manera virtual, es decir, la colaboración entre diferentes actores, es mediante plataformas digitales o medios de comunicación virtuales que ayudan a lograr el contacto entre ellos. “El desarrollo de las nuevas plataformas digitales ha permitido la colaboración abierta distribuida, que es un modelo de participación abierto cuyo objetivo es encontrar a las personas adecuadas para recabar información y capacidades (inteligencia colectiva) para la resolución de problemas de forma rentable” (Moreno Jordán, 2020, p. 16). En la actualidad, usar plataformas digitales es una actividad común y de empleo fácil para la mayoría de las personas, y sobre todo para los jóvenes. No obstante, no se puede ignorar la existencia de una “brecha digital o del acceso restringido de sectores de la población a las tecnologías de la comunicación, por la carencia de medios técnicos o financieros que aseguren acceso general a las telecomunicaciones, es un obstáculo en la eficacia de este modelo de participación ciudadana.” (ibidem, p. 24). En México, en el año 2021 hubo 84.1 millones de usuarios de internet que representan al 72.0% de la población de seis años o más. Así como que el 78.3% de la población que es usuaria de internet, se ubican en áreas urbanas, mientras que en el área rural la proporción es de 50.4%. Dentro de las actividades que realizan los usuarios de internet son comunicarse (93.8%), buscar información (91.0%) y acceder a redes sociales (89.0%), en las segunda categoría es en la que entraría la participación en plataformas digitales de ciencia ciudadana. Así como el uso de la computadora, que desemboca sus principales

actividades en el hogar en: labores escolares (54.9%), actividades laborales (42.8%) y como medio de capacitación (30.6%), lo que arroja un dato interesante: hace referencia a que la población estudia y esto requiere el uso de computadoras como herramienta de trabajo. (INEGI, 2021)

Por esa misma línea, si representáramos esto por género, el uso de las TIC's (internet y medio) por distinción de sexo se ve representada así: de los 84.1 millones de usuarios de internet de seis años o más captados (por ENDUTIH 2020), 71.3% son usuarios mujeres y 72.7% son hombres. Lo que resulta también contrastante con la participación por sexo de los miembros del proyecto Monitoreo de aves colisionadas de la ENES León, en el que participaron 21 estudiantes, de los cuales 18 fueron mujeres y 3 hombres de entre 21 y 24 años de edad.

Analizando estas cifras por grupos de edad de la población, el que concentra la mayor proporción de usuarios de internet respecto al total de cada grupo de edad es el grupo de 18 a 24 años con una participación de 90.5%, seguido del grupo de 12-17 años (90.2%) y del grupo de 25-34 años (87.1%). El grupo de edad que en esta investigación se tomará en cuenta es la población de 18 a 24 años, debido a que los voluntarios con los que se trabajó entran en ese rango de edad.

La participación voluntaria de la sociedad en la recolección, verificación, análisis e intercambio, difusión de datos y planeación de la conservación a partir de los mismos, se ha incrementado significativamente a nivel mundial. Esto se debe principalmente a los “avances tecnológicos y el acceso al internet, pues la búsqueda de información se ha simplificado, mientras que la precisión de los datos de georreferencia y la calidad fotográfica se han incrementado” (Purcell et al., 2017; SANBI, 2019, citados en De la Cruz, et al., 2019, p. 60).

La participación de personas voluntarias e interesadas en la biodiversidad de su entorno trae consigo beneficios en tres niveles: ciencia, sociedad y participantes (Pettibone et al., 2016). Ejemplos de ello son la “práctica y aplicabilidad de los resultados de un proyecto; el aprendizaje, la colaboración social, el sentido de identidad y pertenencia y la satisfacción al contribuir con observaciones que ayuden a la solución de problemas a distintas escalas (local, nacional y/o internacional). La acción colectiva puede fomentar una sociedad mejor informada y comprometida con la toma de decisiones con respecto al uso y conservación de la biodiversidad” (De la Cruz, et al., 2019, p. 60).

La apertura de la ciencia de este modo, es un tipo de educación. Una educación diferente a la convencional, en la que se aprende mediante el experimento, la interpretación, la comunicación y sobre todo la participación que permite la apropiación del conocimiento más integral. La educación convencional se caracteriza por condicionar a la masa mediante el sistema educativo cuyo objetivo principal es, como lo menciona Illich (2014), convertir a sus estudiantes en mano de obra especializada. La superespecialización a la que este autor hace referencia, alude a la esclavitud del conocimiento que se basa en conocimientos meramente científicos a los que tienen acceso exclusivo sólo aquellos con poder económico que pueden pagar una educación formal hasta alcanzar altos niveles de estudios para ser profesionales y super-expertos en un área. Aquellos que no cuentan con una especialización, dependen de los que sí la tienen, lo que se traduce como una privación de la creatividad y de la autonomía. Esta situación se contrarresta con la emancipación del conocimiento, que significa educarnos en espacios que permitan el acercamiento, la experimentación y participación real que brinden la facultad de analizar e interpretar lo encontrado para llegar a una conclusión propia de lo aprendido.

Diversas condiciones sociales como la pobreza, la opresión internalizada, la exclusión social y la dependencia de las personas al gobierno, que antes han sido excluidas por los efectos del desarrollo, limita su participación en las actividades que propicien un cambio y estancan también sus posibilidades de llegar a un bienestar social pensado desde la perspectiva propia de cada persona y la interacción con su medio natural inmediato.

La participación en la planeación de un modelo alternativo es un “instrumento valioso para conocer la percepción de los actores locales y tienen el potencial para abrir espacios de diálogo con personas habitualmente excluidas” (Pasquier-Merino, 2017, p. 112) . Sin embargo, esto no asegura que su uso sea sinónimo de inclusión de las personas.

Anteriormente, el método científico era solo propiedad de la comunidad científica experta que lo empleaba entre colegas para descubrir verdades, por lo tanto, el conocimiento científico se resguarda dentro del mismo círculo de personas de siempre. La aplicación de este conocimiento en la vida real es la tecnología. Los efectos de ésta, no necesariamente conciernen a los que la aplican sino también a los que interactúan con el cambio que provoca dicha operación. El conocimiento

también permite ampliar el espacio de disfrute de los seres humanos, ya que, las principales aportaciones derivadas de los proyectos de ciencia ciudadana son la “democratización de la ciencia, la alfabetización científica y una contribución a generar descubrimientos científicos” (Strasser et al. 2018, citado en Moreno Jordán, 2020, p. 15), esto quiere decir la apertura del proceso científico en la que se disminuye la visión elitista y cerrada de la producción científica en la que cada vez más personas pueden participar. Así como la mejora de la comprensión del proceso científico y la información científica y el acceso a estos por parte del público general. También se refiere a la colaboración interdisciplinar en la construcción del conocimiento para insertar nuevas perspectivas, experiencias y conocimientos, que ofrecen beneficios adicionales para los participantes.

Por su parte, Torres y colaboradores (2017), nombran “ciudadanos científicos” a las “personas diseminadas a lo largo del planeta, que no poseen [necesariamente] una formación específica en ciencia y que donan voluntariamente parte de su tiempo para participar en el proceso científico” (p.3), normalmente en proyectos gestionados por profesionales en áreas de las ciencias naturales. Un proyecto de ciencia ciudadana “puede originarse en la iniciativa autogestionada de los voluntarios. De acuerdo con la forma en que participan los ciudadanos, los proyectos de investigación pueden agruparse en cuatro categorías definidas por Wiggins y Crowston (2011): acción, conservación, investigación (o recolección), virtuales o de docencia.” (Torres y colaboradores, 2017, p. 4). Éstos últimos, los proyectos de investigación de docencia “aprovechan el proceso científico con un objetivo pedagógico. Los hay en el marco del aprendizaje informal y del aprendizaje formal” (idem). Como aprendizaje informal, como lo hemos mencionado anteriormente, se ubican los encuentros entre grupos sociales fuera de instituciones educativas o dentro de ellas, pero sin planes curriculares establecidos.

En el plano pedagógico, la educación ambiental ha dejado de considerar a los ciudadanos como simples recolectores de datos, así como la ciencia ciudadana que ve la necesidad de que los estudiantes no sean receptores pasivos en los que se depositan nombres e información sin sentido alguno (Betancur y Barriga, 2016). Este cambio se debe a la creciente necesidad de una educación pública que permita tener ciudadanos alfabetizados científicamente y que puedan implementar acciones individuales en la conservación de la biodiversidad. De esta manera, “dirigir la educación ambiental por ese camino permitiría sincronizarse además con la meta de la Educación para el

Desarrollo Sostenible, en la cual se considera que ese cambio de comportamiento podría apuntar a un futuro más sostenible tanto ambiental como económicamente, y a una sociedad más justa para las generaciones presentes y futuras (Betancur y Barriga, 2016, p. 5).

En suma, la ciencia ciudadana se ajusta como “una alternativa eficaz para la educación ambiental, pues permite que los participantes adquieran nuevos conocimientos a partir de su propia experiencia, además de que posibilita vivir un aprendizaje colaborativo en la comunidad de la que hacen parte, lo cual facilita obtener conocimiento a partir de las experiencias compartidas y la interacción con los demás miembros del grupo (ídem), donde “se busca entonces que el estudiante confíe en sus propias habilidades, comprenda la capacidad que tiene de afectar el mundo externo y las contribuciones que puede hacer. Esto se conecta con el pensamiento crítico, el cual se considera que brinda a los aprendices la capacidad de hacer interpretaciones, decidir y enseñar lo aprendido” (Iucu y Martín, 2014 citados en Betancur y Barriga, 2016, p. 6). Senabre, Ferran-Ferrer y Perelló (2018), argumentan que la ciencia ciudadana “suele considerar las formas de colaboración entre científicos y participantes «amateurs» meramente como «sistemas de contribución»” (p. 30), en la que ambos según desde su papel como actores antagónicos, aportan al conocimiento.

El conocimiento se establece cuando se politiza, “la concertación para promover la participación y la correspondencia social en la gestión ambiental se vuelve un instrumento muy poderoso para ampliar las capacidades y los alcances de la política, así como de planes, programas y proyectos” (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 262). También, la participación de la sociedad en la toma de decisiones, la ejecución y evaluación de las políticas ambientales, “es una condición necesaria para dotar a las mismas de legitimidad y generar condiciones propicias para su aplicación” (ibidem, p. 263).

Uno de los varios beneficios de emplear el modelo de la ciencia ciudadana, que puede producir un impacto en las personas que participan en ello, “de esta forma, se ha propuesto que los proyectos de ciencia ciudadana también deberían contribuir a aumentar el conocimiento científico en sus participantes; promover una actitud científica en ellos; y en algunos casos, motivarlos a tomar acciones positivas hacia el entorno natural. Esto es central si se busca vincular los avances del conocimiento con iniciativas de conservación, ya que los propios participantes de proyectos de

ciencia ciudadana son potenciales impulsores o colaboradores en este ámbito, aplicando los resultados de los estudios en esfuerzos de conservación” (Tejeda y Medrano, 2018, p. 61).

“Como ejemplo de modelo pedagógico relacionado con esta corriente, señalemos el que ha desarrollado Louis Iozzi (1987) y que apunta al desarrollo moral de los alumnos, en vínculo con el desarrollo del razonamiento socio-científico. Se trata de favorecer la confrontación en situaciones morales que llevan a hacer sus propias elecciones y a justificarlas: el desarrollo moral opera por medio del « conflicto moral », la confrontación, a veces difícil, en diversas situaciones y a las posiciones de los otros.” (Sauvé, 2005, p. 29)

Es necesario señalar la relevancia que juega el uso de tecnologías digitales en el proceso formativo y comunicativo de ciencia ciudadana. Como bien señalan De la Cruz y otras colaboradoras (2019), sobre dos proyectos de ciencia ciudadana¹⁷ en los que participaron once observadores capacitados y asistidos, quienes generaron 1,933 observaciones de plantas, animales y hongos en el área silvestre del Jardín Botánico Regional de Cadereyta, en el estado de Querétaro durante un periodo de cinco meses con ayuda de una plataforma digital (Naturalista) que usaron como herramienta de apoyo para la identificación y registro de la diversidad biológica y el impulso de la participación de los ciudadanos en la ciencia. El uso de estas herramientas digitales promueve el interés particular de conocer la naturaleza del entorno para incrementar la cultura ambiental de la sociedad y contribuir a la conservación de la biodiversidad mexicana en términos científicos y educativos, además de que es un protocolo sencillo para captura de datos y su difusión entre la población para fortalecer la conciencia sobre este tema. “La participación comunitaria [...] en palabras de Bronfman y Gleizer (1994), se puede concebir como una forma para la solución de problemas de diversa índole, que es autogestionaria y brinda a la comunidad autosuficiencia e independencia, aumentando su nivel de autonomía.” (Bolívar, 2018, p. 295). Gabaldón (2006a), señala que sólo a partir de la libertad, los ciudadanos tienen la posibilidad de construir un tipo de desarrollo que presupone una amplia y transparente participación de la sociedad civil en las decisiones que la afectan” (idem).

¹⁷ “Biodiversidad del Jardín Botánico Regional de Cadereyta” y “Fenología de la colección científica del Jardín Botánico Regional de Cadereyta”.

4.1. La Ciencia Ciudadana como estrategia didáctica para la Educación Ambiental en el nivel de Educación Superior

Aramburuzabala, Cerrillo y Tello (2015) hacen hincapié en las estrategias didácticas que deberían acompañar el proceso de inclusión de temas medioambientales a la currícula universitaria, y mencionan las siguientes: a) Dialógicas, que incluyen la discusión, el debate y el diálogo; b) La reflexión crítica sobre temas relevantes a nivel local y global; c) Casos hipotéticos y reales (estudio de casos); d) Colaboración en proyectos y tareas, como actividades en grupo; e) Actividades de aprendizaje experiencial como la acción comunitaria y la resolución de problemas; f) Aprendizaje en la acción, en el que los aprendices desarrollan e implementan planes de acción, reflexionan sobre su experiencia y sugieren mejoras; y g) La investigación-acción, entendido como un proceso cíclico de planificación, acción, observación y reflexión basado en la investigación para innovar y mejorar la práctica. Como se ha observado a lo largo de este texto, la educación ambiental es efectiva a partir del análisis crítico de una situación en la que hay un problema ambiental que atender, y esto es posible sólo si se reestructura el propio sistema de valores, la aprehensión de nuevas formas de comprender y actuar en el mundo y de relacionarse con la naturaleza. A parte de la reconfiguración del conocimiento y cómo este se aprende.

La ciencia ciudadana, por su cuenta, es una referencia en la que el diálogo y la comunicación son elementales para analizar fenómenos locales integrados a algún proyecto social referente a temas de la naturaleza en general. En este modelo, la participación de la población (sea o no especializada) en cualquier punto del proceso de la investigación científica abierta, es la esencia que fundamenta a la ciencia ciudadana. Para lograrlo, es necesario comenzar una discusión o diálogo que abra la posibilidad de reflexionar críticamente una situación particular sobre un tema que involucre a la naturaleza incluyendo su lado científico inherente, para hipotetizar la situación y participar junto con otros actores, hacia la implementación de acciones que solucionen el problema encontrado.

Si este proceso de participación es la labor fundamental de la ciencia ciudadana, y es también de manera general, una de las estrategias sugeridas para que la educación ambiental se incluya en los diferentes niveles de estudio, entonces, al emplear el modelo de la ciencia ciudadana en los proyectos de investigación, se está contribuyendo a impulsar la educación ambiental a la misma vez. Claro que

dependerá de los objetivos que se busquen resolver para identificar qué tanto y de qué manera, coincide el modelo de la ciencia ciudadana con el de la pedagogía que promueve la educación ambiental, que sí o sí “cuestiona los métodos tradicionales de enseñanza, planteando nuevos retos para la transmisión del saber, donde existe una estrecha relación entre investigación, docencia, difusión y extensión del saber” (Leff, 1998, p. 82), donde los espacios educativos, particularmente las universidades, juegan un papel fundamental en este proceso, ya que se “requiere un espacio de autonomía académica y libertad de pensamiento, tiempos de maduración de conocimientos y elaboración de nuevas teorías, procesos de sistematización y experimentación de nuevos métodos de investigación y formación” (ibidem, p. 83) para conseguir una transformación de valores y conocimiento como un proceso dialógico entre “los conocimientos académicos y los saberes populares” (idem) que cada participante posee desde la educación social-cultural y académica que han recibido desde toda su vida.

Algo que debe pasar, es que “las universidades deben abrirse a un proceso de investigación participativa con las comunidades en las que se dan los problemas ambientales, captando los problemas desde las bases, y devolviendo a ellas el saber generado para su aplicación en programas y proyectos de gestión ambiental” (idem), esta tarea es lo que hace la ciencia ciudadana mediante el enfoque participativo abierto con el que se trabaja atendiendo un problema local o regionalizado, y simplemente al conocimiento que se tiene, sumarle ya sean saberes de orden científico o saberes habituales que unidos sean más sólidos y eficaces hacia la autogestión de proyectos de investigación-acción que puedan prevalecer sobre modelo civilizatorio dominante, materializándose políticamente. Por lo tanto, es necesario, dar estímulo y orientación para el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas y programas ambientales mediante su difusión, la promoción de una conciencia ambiental ciudadana y la capacitación en la materia. (Alfaro Barbosa et al., 2001, p. 267).

CAPÍTULO II

PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA EN LA UNAM, ENES LEÓN

1. Surgimiento del Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León

El proyecto surge a partir de que algunos alumnos de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad León perciben dentro del campus, en diferentes zonas y días, diversas aves sin vida. Al principio, era un fenómeno que causó rareza y curiosidad, sin embargo conforme esta situación se hizo más frecuente y su vez más alumnos la percibían, se optó por recurrir con una maestra quien se creía era conocedora de temas similares para que pudiera interpretar de qué fenómeno se trataba y sugerir a los alumnos qué hacer respecto a ello. Ella en seguida asoció el fenómeno con un problema que alteraba la fauna silvestre local, afectando a las aves silvestres que en su tránsito cotidiano, andando en su hábitat, donde se ubica el campus universitario, colisionaban o como popularmente se diría, chocaban, contra las ventanas reflejantes de los edificios dentro del campus, a pesar de pensar que las muertes de aves se debían meramente a las características de las ventanas que provocaban las colisiones, “no se ha demostrado que la transparencia o la reflectividad de los cristales determinen los accidentes (Klem, 1989, 2014), aunque las gafas reflectantes asociadas a la abundante vegetación circundante pueden potenciar el número de accidentes” (Olvera-Arteaga *et al.*, 2021, p. 431).

Con esta situación planteada, la organización se basó en:

1. Reunir a los actores sociales involucrados e interesados en el tema para crear un grupo organizado que integró a veinticuatro alumnos de diferentes licenciaturas, a dos maestras-investigadoras de diferentes áreas de investigación, a un especialista en aves urbanas, externo a la escuela y a trabajadores del campus.
2. Dividir el terreno que comprende el campus universitario en siete zonas estratégicas para monitorear diariamente con el objetivo de encontrar especies colisionadas. Y a su vez, designar a uno, dos y hasta alumnos por zona.¹⁸

¹⁸ Ver Imagen 1.

3. Crear un grupo de WhatsApp con los actores antes mencionados, para lograr una red de comunicación inmediata y aespacial para compartir por ese medio la información encontrada en los monitoreos diarios y al mismo tiempo recibir retroinformación específica.
4. Fotografiar a la especie encontrada sin vida y compartir las fotos mediante el grupo de WhatsApp para identificar la especie y su nombre científico. Las fotos de buena calidad debían mostrar el pecho (frente), el perfil (lado) y la espalda (detrás) de cada ave en cuestión.
¹⁹
5. Inventar una base de datos con la información recabada que sirviera como registro y/o evidencia, en la que se incluyeron los siguientes datos:
 - a. Código, el número cronológico de hallazgo.
 - b. Fecha y hora.
 - c. Nombre científico de la especie aviar encontrada sin vida, proporcionada por el especialista en aves.
 - d. Tamaño del ave, medida en centímetros comprendiendo desde la punta del pico hasta la punta de la cola lateralmente.
 - e. Distancia en centímetros entre el punto donde se encontró al ave y el edificio más cercano.
 - f. Observaciones, que incluyeran anomalías visuales como fracturas, fluidos y/o condición del ave que sirven como signos del accidente letal.
 - g. Nombre del recolector (actor que encontró al ave).
 - h. Descripción física de la especie aviar.
6. Resguardar a la especie aviar en bolsas de plástico nuevas (con zipper) y colocarlas en un congelador de laboratorio de temperatura ultra baja del Laboratorio de Investigación Interdisciplinaria del campus. Con una etiqueta pegada en la bolsa que contuviera los siguientes datos: código, fecha y hora, nombre del recolector, nombre científica de la especie, tamaño de la especie, distancia entre el punto en el que se encontró al ave y el edificio más cercano, zona en la que se le encontró y si hubiera observaciones particulares.²⁰

¹⁹ Ver Imagen 2.

²⁰ Ver Imagen 3 y 4.

Paulina Uribe, Lilia Moreles, Harumi Shimada y Anael Olvera lideramos el equipo de voluntarios, formado por veinticuatro estudiantes pertenecientes a diferentes licenciaturas del campus universitario; “Desarrollo y Gestión Interculturales” y “Ciencias Agrogenómicas”. Los actores voluntarios inspeccionaron los edificios con la mayor frecuencia posible en la temporada de octubre de 2018 y a consecuencia de la pandemia COVID-19, concluyeron en marzo de 2020, de acuerdo a las fechas en las que se encontraron y registraron por primera y última vez hallazgos de aves sin vida en la base de datos creada por el equipo. En los monitoreos diarios, se buscaron cadáveres de aves cerca de las ventanas (menos de 5 metros perpendiculares a las ventanas; aunque se encontró una especie aviar sin vida con marcas claras de colisión a 8.8 metros de la ventana más cercana). Es de destacar que dado que la mayoría de los voluntarios no son originarios de la ciudad de León y regresan a su ciudad de origen durante los periodos vacacionales de verano e invierno, no tenemos datos de monitoreo de julio y diciembre del 2019, cuando el campus permaneció cerrado.

A la par del origen y organización del equipo, los miembros del equipo continuaban con sus actividades cotidianas pero atendiendo su tarea de monitorear diariamente la zona que se les asignó. El grupo de WhatsApp sirvió como medio de comunicación a la distancia, en el que se compartía la información y datos encontrados, así como información adicional, logrando una retroalimentación y diálogo de conocimientos. Cada miembro que componía este grupo de comunicación, podía enterarse de los hallazgos de los otros compañeros cuando se compartían las fotos de las especies aviares encontradas. Teniendo la libertad de cuestionar, dudar y comentar cualquier cosa que les pareciera relevante.

Para ejecutar un proyecto íntegro como este es fundamental la colaboración de expertos en el tema, quienes replicarán información objetiva sobre la identificación, interpretación y análisis de los datos para que el proyecto cobre un sentido fundamentado. Es destacable también la relación y diálogo posibles mediante el sistema de comunicación en red entre los miembros del proyecto en su papel como voluntarios y los expertos, y una plataforma donde se registre la información de manera ordenada (Hochachka, et al. 2012). El acceso a dispositivos móviles e internet permite esta comunicación de manera inmediata y facilita la colecta de datos en proyectos con un cuantioso número de participantes. (Newman, et al.. 2012).

Investigaciones aterrizadas en proyectos como este que analizan las colisiones de aves contra ventanas, son ejecutadas normalmente por actores profesionales en el tema como biólogos y ecologistas, “no obstante, recientemente, los estudios han incluido esfuerzos de ciencia ciudadana y/o voluntarios.” (Olvera-Arteaga *et al.*, 2021, p. 431) aportando a la educación ambiental al demostrar que aportan a la conservación de las especies en el ecosistema. Además, involucrar a los alumnos no sólo en la captura de datos sino también en la producción, diseño o implementación del proyecto, es una aproximación más compleja a la ciencia ciudadana en la que se incluye el quehacer, el conocimiento y la experiencia de los diferentes actores. Además se incrementa la sensibilidad ambiental y se logra desarrollar habilidades analíticas y científicas (Oberhauser, et al., 2012; Vitone, et al., 2016; Mitchell, et al., 2017; Esmailian, et al., 2018). Por lo tanto, “dada la concentración de personas en las ciudades y la importancia de esta herramienta de investigación cada vez más valorada en la investigación ecológica, la ciencia ciudadana es una vía muy prometedora para la investigación de la colisión pájaro-ventana y una mayor gestión política” (Olvera-Arteaga *et al.*, 2021, p. 431).

1.1. Causa-efecto de las colisiones de aves con ventanas

La Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM emana en la región del bajo desde del 2011, a partir del convenio firmado en el 2010 por la UNAM y el Estado de Guanajuato, en el que se acepta la ejecución y operación de un campus universitario que se ubicaría en la comunidad San Antonio de los Tepetates en el municipio de León, Guanajuato. El campus donado a la UNAM por el Estado, cuenta con una extensión de 60 hectáreas divididas en 25 y 35 hectáreas.²¹ Las primeras veinticinco hectáreas están libres de construcción y apartadas como zona protegida, sin embargo, las otras treintaicinco hectáreas representan las instalaciones de la universidad en cuestión. Se sabe que antes de la construcción del campus, estas hectáreas contenían una variedad de flora y fauna endémicas de la región en donde también se cultivaba papa. La presencia del campus en ese terreno implicó se modificara el uso del suelo, es decir, de usarse como suelo agricultor con un paisaje rural al aire libre, con la llegada del campus se construyeron edificios altos y cambió a un paisaje más urbano, sin perder por completo las áreas verdes que mantenían las hectáreas.

²¹ Recuperado de: <https://enes.unam.mx/nuestra-historia>

En la actualidad, de acuerdo con la geología, estamos atravesando por el Antropoceno, un periodo geológico nuevo (Crutzen, 2002; Laurence, 2019 citados en Olvera-Arteaga *et al.*, 2021, p.431), caracterizado por tener un alto impacto global en las actividades originadas por el ser humano que han deteriorado irreversiblemente los ecosistemas y los recursos naturales. A partir de inicios del siglo XXI, con el auge del desarrollo industrial, las poblaciones humanas se han urbanizado debido al contexto también urbano en el que se desenvuelven. Desde entonces, “las ciudades se han expandido y se han establecido nuevos asentamientos, con sistemas urbanos que representan uno de los ejemplos cumbre de alteraciones ambientales humanas.” (idem). Partiendo de un punto de vista ambiental, “las ciudades representan importantes barreras ecológicas para las especies de vida silvestre. [...] En el caso de las aves, una proporción importante de especies se filtran en áreas urbanas, siendo algunos grupos más afectados que otros [...] incluidas aquellas que utilizan la vegetación urbana solo para posarse o aquellas que habitan en grandes espacios verdes urbanos, están sujetas a una serie de amenazas que difieren en naturaleza e intensidad cuando se contrastan con las de los sistemas no urbanos” (idem). Intervenir en la modificación de la flora silvestre tiene consecuencias secundarias que afectan el modo de vida de otros seres vivos como las aves.

Han sido varios los intentos por parte de la universidad para afectar lo mínimo el hábitat de la fauna silvestre de la zona, que a lo largo de la vida del campus, se han hecho dos reforestaciones, la primera en 2012-2013, comprendiendo las zonas desde el estacionamiento, las zonas delanteras y traseras de los edificios A y B, y la segunda en 2018- 2019, continuando con las áreas alrededor de la Torre Académica, el pasillo de las clínicas de Fisioterapia y Odontología, frente al Centro de información, en el edificio C y en las áreas deportivas.²² En estas reforestaciones se integraron las siguientes especies de árboles leñosos: Roble sedoso, Fresno mexicano, Grevillea, Árbol del paraíso, Magnolia, Flama china, Jacaranda, Pirul chino, Tabachín, Ciprés italiano, Encino rojo pirul, Timbe, Thevetia, Dodonea, Encino siempre verde y Palo blanco, que sumaron alrededor de 1,244 unidades plantadas dentro del campus universitario (LAISOS, 2020). Muchos de estas especies no son endémicas de la región mexicana, sino que fueron introducidos al país desde hace décadas y distribuidos geográficamente, teniendo que adaptarse a los climas diversos. Cabe mencionar que las

²² Datos recuperados de apuntes de miembros del proyecto en cuestión.

especies introducidas de manera intencional o accidental por el ser humano fuera de su distribución natural, representan una amenaza a los ecosistemas y a la biodiversidad nativa (García, 2019). Las especies introducidas en ecosistemas diferentes al suyo, provocan la alteración prolongada del ciclo de la vida natural, siendo una atracción para otras especies que encuentran en ellos un hábitat. Resulta también, un riesgo para las aves que pasan por los espacios donde se ubican estos árboles ya que al no encontrar la flora necesaria para su alimentación, mueren de hambre o comen otros alimentos que no les dan energía suficiente para volar hasta sus destinos finales y mueren en el camino.

En el entendido de que los edificios construidos en el campus cuentan con ventanas de tamaño mediano que se caracterizan por tener una película o estampa de bloqueo solar, es importante mencionar que esta película es reflejante, es decir, tiene efecto espejo solo si se ve por la parte exterior (por fuera). Lo que quiere decir que, refleja el paisaje rural que abraza al campus, que a la fecha en la que se escribe esta investigación, sigue siendo un campo abierto. Al causar este efecto reflejante, las aves que cruzan volando o que habitan cerca del campus es probable que su visión no les permita dimensionar la imagen que tienen enfrente y confundan el paisaje abierto con el paisaje que se refleja en las ventanas de los edificios, causando una catastrófica colisión contra estas ventanas. “Los accidentes se producen porque las aves son incapaces de identificar los obstáculos de las ventanas como una amenaza y, posteriormente, intentan volar a través de ellos con el objetivo de llegar al área reflejada en los cristales. Se ha asociado un conjunto diverso de factores con la frecuencia de las colisiones, incluidas las condiciones ecológicas y los rasgos arquitectónicos de los edificios, así como algunas características de comportamiento de las aves.” (Olvera-Arteaga *et al.*, 2021, p. 431). La mayoría de las aves tienen una excelente visión lateral, es decir, anatómicamente, sus ojos están ubicados en los laterales de su cabeza y usan cada ojo para ver una imagen diferente con cada uno. Un número reducido de aves, como los búhos, tienen visión binocular; “ojos que miran al frente, igual que los nuestros [...]. Como nosotros dependemos tanto de la visión binocular para la percepción de profundidad y distancia, damos por hecho automáticamente que para todos los demás organismos es igual” (Birkhead, 2014, p. 39). La ubicación de los ojos sí variará la percepción de la realidad tangible.

En una investigación de Olvera-Arteaga y otros colegas (2021), encuentran que los estudios de colisiones de aves contra ventanas han sido una máxima preocupación para la conservación en países como Estados Unidos y Canadá, y debido a eso desempeñan proyectos y acciones para monitorear estos descensos. Encuentran también que en América Latina los últimos años se ha comenzado a conocer y comprender este fenómeno y que a pesar de la enorme importancia de estos estudios iniciales, nuestro conocimiento aún es incipiente en la región, lo cual es preocupante dado que América Latina alberga la mayor cantidad de especies de aves a nivel mundial (p. 431). Asimismo, Alfaro Barbosa y sus colectas (2001), contrastan lo dicho anteriormente y hallan que “las especies viven en un medio al cual se adaptan. Si el medio se modifica, se establecen mecanismos de adaptación a la nueva situación. Pero si los cambios son muy acelerados, es posible que la velocidad de adaptación sea inferior a las necesidades impuestas por el medio y la especie sucumbe” (p. 149) y que las especies se extingan con mayor rapidez. Aunque se habla de manera general que las extinciones de las especies se deben al cambio climático, casi nunca se profundiza la génesis de ello. El cambio climático no es otra cosa más que el “cambio del uso del suelo para responder las necesidades de la urbanidad con la creciente explosión demográfica y las actividades económicas. La época de extinción actual se inició hace unos 7000 años con el desarrollo de la agricultura, debido a la tala inmoderada y a la quema de la vegetación y [...] a la dispersión de la población en todos los rincones del planeta que propició la delimitación de bosques y terrenos” (ibidem, p. 101). Como vemos, el cambio climático no surge repentinamente pero las acciones de deterioro del medio que hacemos cotidianamente, sí afectan a largo plazo.

2. Resultados del Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León

En este apartado se presentan los resultados cuantitativos obtenidos en el monitoreo de aves del Proyecto en cuestión y se hace énfasis particular en el número y tipo de especies aviares encontradas sin vida en el periodo de octubre de 2018 a abril de 2020. Cabe mencionar, que las actividades del proyecto se vieron interrumpidas por la pandemia del COVID-19, por lo que los resultados descritos representan únicamente los datos recabados en el periodo anterior, sin embargo después de la pandemia, se continuaron las tareas del proyecto pero para esta investigación no se tomarán en cuenta.

De acuerdo a las siete zonas por monitorear en las que se dividió el campus (Edificio A1 y A2, Edificio B1 y B2, Edificio C1 y C2, Clínica de odontología, Clínica de fisioterapia, Torre académica y Centro de información) se afirma que la frecuencia con la que se encontraban aves sin vida a causa de colisiones contra ventanas era mayor en unas zonas que en otras. Se encontró que el Edificio B fue la zona de monitoreo con más impactos aviares registrados,²³ en el que se encontraron 32 aves de especies diferentes. Este edificio cuenta con tres pisos y en dos de sus caras contiene ventanas con una película o estampa que bloquea la iluminación solar al interior, pero al exterior tiene efecto espejo que lo convierte en un objeto clave para las colisiones.

El número total de aves víctimas de colisiones contra ventanas en este periodo fue de 80, de las cuales se contabilizaron 27 especies diferentes que incluyen 11 migratorias y 16 especies residentes. Asimismo, las especies que dieron cuenta de la mayoría de las colisiones fueron dos granívoros migratorios que se alimentan en el suelo: el Gorrión color arcilla (*Spizella pallida*) y el Escribano índigo (*Passerina cyanea*) representando el 42.5% del total de las aves registradas. De acuerdo a la investigación de Olvera-Arteaga y colegas (2021) “se ha estimado que las colisiones de aves contra ventanas se encuentran entre las fuentes más importantes de muertes de aves” (p. 430).

El registro de aves encontradas de acuerdo a los monitoreos diarios, dependió en gran medida de los periodos hábiles de estudio y los periodos vacacionales. Por ejemplo, en octubre de 2018, cuando iniciaba el proyecto únicamente hubo registro de dos aves de especies diferentes, tomando en cuenta que en el periodo vacacional de diciembre-enero no se monitoreo y se retomaron nuevamente las actividades en enero de 2019, año en el que se monitoreo cada mes a excepción de julio y diciembre debido al periodo vacacional en el que la universidad permaneció cerrada. Sin embargo, fue en la primera mitad del 2019 cuando se registraron más descensos de especies aviares durante el proyecto. Lo cual puede deberse a diversas razones, entre las cuales es importante mencionar las cuatro estaciones del año en las que las aves tienen diferentes actividades y presencia.

Haciendo una comparativa entre las estaciones de los años que comprendió el proyecto y los descensos de especies aviares registradas en el proyecto, encontramos que: para lo que resta del otoño

²³ El orden de registro de aves quedó de la siguiente manera: Edificio B1 y B2 (32 aves de diferentes especies), Torre académica (27), Edificio A1 y A2 (8), Centro de información (5), Clínicas de fisioterapia (4), Clínica de odontología (2) y Edificio C1 y C2 (2).

del 2018 (octubre-diciembre) se registraron dos aves solamente. Para el invierno (21 de diciembre-20 de marzo) del 2019 que fue la temporada en la que más aves colisionadas se registraron en toda la vida del proyecto, sumaron 26 aves que corresponde al 32.5% del total de aves colisionadas. Luego, en la primavera de ese mismo año (20 de marzo- 21 de junio) se registraron 24 aves sin vida, es decir el 30% del total. En verano (21 de junio- 22 de septiembre) hubo una disminución notable de colisiones en donde se registraron 8 aves. El descenso de hallazgos se puede deber a que en esta estación se cruzan las vacaciones de verano que comprenden todo el mes de julio, donde no se monitoreo nada. Para el otoño del mismo año (22 de septiembre- 21 de diciembre) se registraron 12 aves. De igual manera, los monitoreos se vieron interrumpidos por las vacaciones de fin de semestre que comprenden el mes de diciembre. Finalmente, en el invierno del año 2020 (enero- abril) se registraron las últimas 8 aves, antes de la llegada de la pandemia por COVID-19 cuando se cancelaron las clases presenciales, y por ende, el monitoreo se vio interrumpido y concluido.

Aunque las dos especies de aves que más colisionaron con las ventanas son migratorias, “registramos significativamente más colisiones durante el mes de abril, congruente con el comienzo de la temporada de reproducción y la última parte de la migración de primavera. Se ha propuesto que este patrón podría estar relacionado con aves que tienen un comportamiento más activo, con mayor velocidad de vuelo, diferentes patrones de dispersión y comportamiento relacionado con la construcción y defensa del nido” (Hager & Craig, 2014; Klem, 1989 citado en Uribe *et al.*, 2021, p. 437).

Como observamos, el número de aves registradas sin vida varía en función de la época del año. Para “las aves migratorias, el otoño representa el tiempo de partir con el fin de evitar climas adversos y escasez de alimento. De esta forma, abandonan las zonas más norteñas y viajan a latitudes del centro y sur de los continentes” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, [SEMARNAT], 2018), muchas de las aves eran migratorias y en su desplazamiento del norte al sur de México experimentaron el efecto letal de la urbanización. Esta migración de otoño ocurre entre septiembre y noviembre. Algunas especies realizan paradas para alimentarse y descansar para proseguir su viaje más al sur, sin embargo, otras permanecen en México toda la temporada de residencia tropical (*idem*). Alrededor de la mitad de las especies de aves en el mundo migran a lugares donde pueden encontrar temperaturas más cálidas, comida suficiente y hábitat necesario para

reproducirse (Herrera, 2018), las aves migratorias capturadas en este proyecto seguramente volaban de paso por la ciudad, particularmente por el paisaje del campus universitario y al confundirse con los vidrios de los edificios, murieron. En algunas ocasiones en las temporadas en las que las aves chocan con más frecuencia contra los edificios, en un mismo día se registraron hasta cuatro aves.

La Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059), es el instrumento normativo que identifica las especies silvestres en México en riesgo mediante la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER). Presenta una lista de especies en riesgo en la que, se encuentran dos de las especies endémicas que se capturaron en este proyecto: *Cynanthus latirosis* o Colibrí de pico ancho, sujeta a Protección especial y *Colinus virginianus* o Codorniz cotuí, en peligro de extinción. Lo que determina, de acuerdo a los criterios para catalogación de riesgo de las especies, el deteriorado estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón²⁴, el impacto de la actividad humana sobre las especies y su vez, la vulnerabilidad biológica de las especies. (SEMARNAT, 2010, p. 13).

Lamentablemente, las actividades humanas como las deforestaciones para nuevas construcciones urbanas, la excesiva contaminación de los recursos naturales derivado de la quema de combustibles fósiles en grandes cantidades, de la utilización de químicos y otras sustancias están haciendo que la migración de aves sea cada vez más riesgosa ya que, las aves se enfrentan a las consecuencias de estas acciones como la pérdida de su hábitat, la caza ilegal, cambios de temperatura, entre otros fenómenos. En el caso de este proyecto, las aves se vieron fácilmente atraídas por la luz reflejante de las ventanas de los edificios del campus universitario lo que resultó en muchas muertes por la colisión contra los edificios. Los edificios donde registramos menos víctimas (Centro de información, Clínicas de fisioterapia y Clínica de odontología) tienen estructuras como “parteluces”, lo que sugiere que este tipo de estructuras están relacionadas con una proporción considerablemente menor de colisiones de aves con ventanas, en comparación con edificios que carecen de ellas (Gómez-Martínez *et al.*, 2019; Kahle *et al.*, 2016 citado en Uribe *et al.*, 2021, p. 437). Así, los parteluces y las estructuras arquitectónicas que reducen la visibilidad de las ventanas pueden ser alternativas

²⁴ Categoría de clasificación biológica de carácter jerárquico que agrupa a los organismos de acuerdo a sus afinidades genealógicas, por ejemplo: familia, género o especie. (SEMARNAT, 2010, p. 6)

potenciales para reducir las colisiones en edificios existentes que se sabe que representan una amenaza para las aves (idem).

Por otro lado, uno de los principales inconvenientes percibidos al momento de capturar las aves durante los monitoreos, fue que los perros en condición de calle que tienen asilo en el campus, eran los que encontraban primero los cadáveres de aves antes que los voluntarios del proyecto, lo que excluyó un porcentaje del hallazgo de aves para el resultado final. Olvera-Arteaga y colegas (2021) comentan que “los peligros urbanos para las aves son numerosos y complejos, entre los más evidentes, encabezan la lista de depredación de nidos y adultos, principalmente por gatos.” (p. 431).

El objetivo principal de este proyecto fue describir los patrones estacionales de las colisiones de aves contra ventanas y su relación con las características de los edificios en un contexto urbano a través de estrategias de monitoreo de participación voluntaria que implicó usar el modelo de ciencia ciudadana.

3. Discusión del proyecto, alcances internos y externos

Gracias a la participación de los voluntarios, quienes fueron las manos operativas del Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León, respecto a las observaciones y registros de aves colisionadas en el campus universitario, se han realizado contribuciones relevantes para la comunicación y difusión de los alcances al emplear el modelo de la ciencia ciudadana para la conservación de la diversidad biológica local, específicamente de las aves migratorias y residentes.

Los datos hallados que conformaron este proyecto, sirvieron para escribir un artículo científico titulado “The invisible enemy: Understanding bird-window strikes through citizen science in a focal city”/ “El enemigo invisible: comprensión de las colisiones de aves contra ventanas a través de la ciencia ciudadana en una ciudad focal” que logró ser publicado en la revista *Ecological Research* en marzo de 2021. Este artículo presenta la contextualización de las colisiones de aves contra ventanas como una de las fuentes más importantes de muerte de aves haciendo especial énfasis en la ciencia ciudadana, modelo que se empleó durante las actividades del Proyecto de Colisiones de aves con ventanas de la ENES León, así como los patrones estacionales de las colisiones entre aves y ventanas

y su relación con el edificio. Se sabe que estas actividades colaborativas son “un conjunto de actividades y prácticas que tratan de involucrar ciencia y sociedad a través de iniciativas muy diversas” (Fundació Catalana de l’Esplai, 2020, p. 5) y de las cuales se desprende un importante potencial educativo, a partir de lo cual se puede decir que “una educación de calidad es entendida como aquella que integra a los estudiantes en oportunidades de aprendizaje hacia futuros sostenibles (LAISOS, 2020), o como bien lo señala la ONU, es aquella educación que asegura que los estudiantes adquieran tanto conocimientos teóricos como prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2015). Y por supuesto, la conciencia generada a partir del proyecto en la comunidad del campus universitario.

Las conclusiones que este proyecto arrojó contabilizan una basta cantidad de especies de aves víctimas de colisiones contra ventanas, entre aves migratorias y residentes de la zona. La información registrada en este proyecto, ha tenido un potencial de estudio y análisis en actividades posteriores de investigación científica, así como el seguimiento y prevención del fenómeno en el campus universitario. La participación de voluntarios ciudadanos, y en este caso, de estudiantes, en el registro de observaciones fue constante y manifiesta el potencial que existe en la comunidad universitaria como observadores del ambiente y de sus componentes. Con estos datos y la manera en que se recopilaron, se dió pie al uso de la ciencia ciudadana como una estrategia didáctica de la educación ambiental. Concebida como una estrategia práctica que abona a la formación ambiental de una comunidad particular y mediante su divulgación entre la población estudiantil se refuerza la conciencia sobre el conocimiento y reconocimiento de temas sobre conservación de los componentes del medio ambiente. De acuerdo a sus prácticas, este proyecto, se entiende como una experiencia que comporta una estrategia real de acciones para atender varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. Según las Naciones Unidas, contribuyendo a enfrentar los siguientes objetivos:

Obj. 4. Educación de calidad. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Obj. 9. Industria, innovación e infraestructura. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

Obj. 11. Ciudades y comunidades sostenibles. Lograr que las ciudades y los asentamientos sean inclusivos, resilientes y sostenibles.

Obj. 13. Acción por el clima. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Obj. 15. Vida de ecosistemas terrestres. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la biodiversidad (Naciones Unidas, s.f)

Además, el proyecto también se integra dentro del Laboratorio Interdisciplinario de Sostenibilidad (LAISOS) de la universidad, que “promueve acciones para un futuro sostenible a través de la colaboración interdisciplinaria” (LAISOS, 2020) cubriendo dos de los ejes estratégicos que éste promueve: Cuidado de la vida silvestre y Educación para la sostenibilidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

1. Diseño de la investigación

La educación ambiental puede emplear a la ciencia ciudadana como estrategia didáctica debido a que ésta actúa como un modelo pedagógico interdisciplinario de participación abierta e integral, que transforma la estructura de los saberes y valores de quienes la practican. Los proyectos de investigación-acción que emplean el modelo de ciencia ciudadana, apuntan a trabajar bajo la trans e interdisciplinariedad que integra habilidades, técnicas, actitudes, valores y sensibilidades para tener un mejor entendimiento de lo que ocurre con la sociedad, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente. Este tipo de educación implica la concientización sobre los procesos socioambientales que movilizan la participación en la toma de decisiones, con investigación interdisciplinaria y formación holística (Siachoque-Montanez, C. Buitrago-Sandoval, L. y Romero-Arteaga, G., 2016). Este proceso adquiere relevancia como eje de formación y sensibilización para la toma de conciencia y de valores ecológicos, la puesta en práctica de diversas acciones en colectivo será el eje dinamizador para el cambio de actitud y la consolidación de los mencionados valores, que fomentarán un comportamiento proambiental relacionado con el mejoramiento de las condiciones de vida (Bolívar, 2018).

Para conocer los aportes que brinda el empleo de la ciencia ciudadana hacia la educación ambiental, en los participantes es necesario conocer desde su propia percepción. Es por eso que el enfoque metodológico empleado en esta investigación fue mayormente de tipo cualitativo, sin embargo se empleó una técnica de tipo cuantitativo que completó las otras técnicas usadas. El método cualitativo aplicado aquí se sirve del muestreo teórico, propuesto por Strauss y Corbin (2002, p. 221 citado por Cohen y Gómez, 2019) que suma en tamaño y composición al análisis y a la recolección de datos a todo acontecimiento que se encuentre en el trabajo empírico de la investigación, donde el muestreo teórico estará completo una vez que no hay datos nuevos que puedan agregarse a la investigación y se relaciona con la finalidad de esta investigación, cuya intención es identificar las percepciones y experiencias de los estudiantes de nivel superior que

participaron en el Proyecto Monitoreo de Aves colisionadas con ventanas de la ENES León, realizado previamente para posteriormente evaluar los procesos de educación ambiental alcanzados a través de la participación de los estudiantes en la investigación e implementación de este proyecto. Respecto a esto, Cohen y Gómez (2019) sostienen que la investigación es el medio para producir conocimiento, ya que mediante esta se buscan respuestas a problemas y en ese proceso de búsqueda surgen las dudas para pensar en posibles soluciones que no han sido extraídas del conocimiento para hacerlas visibles en la realidad específica donde ocurre el problema. Para llegar a hacer esto, es necesario recorrer un proceso conformado de contribuciones teóricas y metodológicas. A un proyecto de este tipo “hay que concebirlo como un conjunto de elementos interrelacionados e inmersos en un contexto determinado” (Souza, 2016, p. 5).

Los datos extraídos para presentar en esta investigación se obtuvieron bajo observaciones en los espacios geográficos (entornos físicos) en los que se desarrolló la parte práctica- operativa del Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León, a partir de las supervisiones de los estudiantes en las zonas que se les asignaron para monitorear. Observar a los participantes en “acción”, sirvió para examinar sus reacciones al momento de tener el contacto directo con el problema ambiental detectado, que fue muy local. Así como también se extrajeron datos de plataformas digitales (entornos virtuales), en los que las TIC's sirvieron como redes de comunicación inmediata a-espacial, ya que a lo largo de las tareas del proyecto se utilizó la aplicación WhatsApp para crear un grupo de comunicación en el que interactuaban todos los miembros del proyecto.

Tomando en cuenta que lo que se pretende extraer de esta investigación son las percepciones y experiencias de los participantes del proyecto y por la condición en que este se fue desarrollando, se puede decir que hubo dos etapas que delimitaron el tiempo y espacio para recolectar datos como parte de la metodología:

1. Etapa 1: Se aplicaron técnicas cualitativas (observaciones, entrevistas) y cuantitativas (encuesta de satisfacción) durante el tiempo que duró el proyecto: entre 2018 y 2020.
2. Etapa 2: Se aplicaron técnicas cualitativas (entrevistas) posteriores al proyecto, a partir de 2020 y hasta el momento en que concluye de escribirse esta tesis.

Con ambas se obtuvieron resultados complementariamente.

2. Aproximación a la unidad de análisis

Mi trabajo de campo fue una aproximación etnográfica a un grupo de estudiantes (incluyéndome en este grupo), que participaron activamente en el “Proyecto Colisión de aves con ventanas en la ENES León” durante el periodo de 2018 a 2020, conformado por estudiantes de nivel superior, profesoras-investigadoras y trabajadores de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), UNAM León. El fin de mi aproximación con este grupo fue reunir sus percepciones y experiencias dentro del proyecto para confirmar y analizar si tuvieron algún tipo de educación ambiental a lo largo de su participación en esta actividad.

El primer acercamiento a mi grupo de análisis podría resultar ser el primer día que percibí había aves colisionadas, víctimas de colisiones contra ventanas en la universidad el 23 de octubre del 2018, cuando caminando con otra compañera, Gloria María Ortiz Medina, nos encontramos un diminuto colibrí sin vida (*Archilochus Alexandri*) cerca de una de las caras de la Torre Académica de la universidad. Lo recogimos e intentamos pensar algunas razones por las que pudo estar ahí, fue por esta práctica donde comenzó nuestro razonamiento inductivo sobre las causas plausibles de un fenómeno hasta ese momento desconocido que afectaba la vida silvestre. En ese momento, la recolección de esa especie fue por gusto propio y no pretendimos hacer una investigación más a fondo, pero fue por la constancia de los hallazgos de aves sin vida, que nos organizamos más personas para movilizarnos ante la situación. Entre esto, luego de un par de aves encontradas, acudimos con una de nuestras profesoras, contándole la situación, quién atenta nos sugirió la posibilidad de un fenómeno ambiental relacionado con las colisiones y en seguida nos contactó con un colega suyo, el Dr. Ian MacGregor-Fors, quién es especialista en aves urbanas y además es externo a nuestra universidad. Y gracias a esta comunicación entre conocidos (bola de nieve), se logró establecer el proyecto en cuestión, al que más tarde se sumó la Dra. Harumi Shimada, quién es una de las encargadas del Laboratorio de Investigación Interdisciplinaria de la universidad, con lo que se nos permitió el acceso para resguardar en un congelador especial del laboratorio, las aves sin vida que íbamos encontrando.

A lo largo de mi participación como miembro del proyecto, fui interesándome en el tema y junto con mi profesora la Dra. Paulina Uribe Morfín, pensamos que sería un buen tema para

investigar la Educación Ambiental que se fomenta en los miembros de este proyecto y que emplea la ciencia ciudadana como estrategia.

Con esto, surge mi primer acercamiento para recoger datos (la primera etapa) en la que realicé un par de entrevistas cara a cara a dos miembros del proyecto seleccionados por su alta participación en las actividades de este. Las preguntas aplicadas, surgieron con el principal objetivo de conocer las percepciones personales de cada quien en su introducción al conocimiento y reconocimiento del fenómeno ambiental en cuestión y la relación existente entre sus quehaceres cotidianos para contribuir a la conservación del medio ambiente.

Una de las entrevistas fue aplicada a Aaron Espinosa Jaime, estudiante de la licenciatura Ciencias Agrogenómicas y la otra se le hizo a Víctor Manuel Peredo Ramírez, estudiante de la licenciatura Desarrollo y Gestión Interculturales, ambas tuvieron lugar el día 20 de abril de 2019. En estas primeras entrevistas, observé un conjunto de similitudes en las respuestas que me llamaron la atención. Sus respuestas se encaminaron hacia visualizar las consecuencias que afectarán al ecosistema a largo plazo debido al desequilibrio de la fauna silvestre de acuerdo a los descensos aviares, víctimas de colisiones contra ventanas. Y la falta que harán las funciones que las aves cumplen para mantener un equilibrio en el ambiente como seres polinizadores. Además ambos relacionaron los conocimientos aprendidos en el plan de estudios que cada uno atiende en sus clases de acuerdo a su licenciatura, con las actividades de este proyecto, que también les aportaron conocimientos.

Posteriormente, para la segunda etapa, en el mes de agosto de 2021 realicé tres entrevistas más a Janett Patricia Martínez Bretón, Alan Salvador Moreno González y Lilia Carolina Moreles Abonce, estudiantes de la licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales, cada uno de una generación diferente y seleccionados según su nivel de participación en el proyecto. Las preguntas aplicadas en estas entrevistas fueron mediante plataformas virtuales y se construyeron con el objetivo de conocer, desde las perspectivas de los miembros del proyecto, su acercamiento a la educación ambiental. Tales preguntas venían moldeadas por varios marcos teóricos sobre educación ambiental y participación ciudadana, según una búsqueda de información previa para alimentar varias ponencias que presenté junto con otras colegas en simposios y congresos. En este momento,

pretendía aplicar más entrevistas, sin embargo, a las personas que les pedí entrevistar, no me concedieron una entrevista por sus tiempos.

2.1. Unidades muestrales

Hasta el momento, la unidad de análisis está representada por una muestra de cinco estudiantes miembros del proyecto. Se ha elegido esta unidad muestral, según los siguientes criterios: grado de participación y su interés por contribuir con las tareas del proyecto en tiempo y forma. Según Batthyány y Cabrera (2011), “una muestra es un subconjunto de la población compuesto por las unidades que efectivamente se observan, y que representan a las otras unidades de la población que no se observan” (p.73). Dado esto, se trabaja con ellos para la aplicación de las técnicas e instrumentos que más adelante se explicarán.

Esta unidad muestral fue seleccionada para representar a mi unidad de análisis de acuerdo a las características de esta investigación. No es una muestra probabilística, sino dirigida. (Hernández Sampieri, 2014, p.176), es decir, que se aplica a actores concretos. Es una muestra teórica (ibídem, p. 389), ya que las técnicas e instrumentos aplicados servirán para entender un conjunto de conceptos teóricos principales como lo son la Educación ambiental y la Ciencia ciudadana.

3. Método

Esta investigación se puede medir a partir de hechos sociales observados en el grupo con el que se trabaja, es decir, con los estudiantes participantes en el proyecto porque son ellos los “que presentan ciertas propiedades, atributos o formas de comportamiento que por ser externas son por tanto observables” (González Blasco, 2015, p. 212), estas observaciones se traducen como conceptos para reconocer y nombrar qué actividad hacen e incluso qué conocimientos adopta nuestra unidad de análisis y para que tenga un significado más completo será necesario operacionalizarlas (idem), es decir, ir desmenuzando o destruyendo los conceptos claves encontrados para conocer las partes teórico- conceptuales que los componen y de esta manera, hacerlas mensurables a través de la

aplicación de técnicas e instrumentos (como las entrevistas) para conocer la realidad que nos interesa. Es decir, operacionalizar un concepto es conocer de lo macro a lo micro una realidad. Pasar de lo teórico a lo real.

Emplear esta metodología nos permitirá confirmar o refutar la hipótesis de que el modelo de la ciencia ciudadana sirve como estrategia didáctica a la educación ambiental para cumplir ciertos objetivos sobre la relación sociedad-ambiente en espacios de la Educación de Nivel Superior.

A modo de operacionalización de conceptos, propongo dos conceptos centrales de esta investigación, así como las dimensiones que componen a cada uno y los indicadores que serán las pequeñas guías que conducen a conocer la unidad de análisis y la realidad en la que se desenvuelven, que es lo que nos interesa conocer en este texto.

El primer concepto central es la Educación ambiental, que como hemos visto pretende en términos generales, lograr que tanto a nivel individual como comunitario se modifique la estructura de conciencia y conocimiento sobre la conservación del medio ambiente sabiéndola como una complejidad que comprende la interacción entre los seres humanos con su medio natural y que toma en cuenta los factores biológicos, sociales, económicos, culturales y políticos que influyen en dicha interacción, para posicionarse en una adquisición efectiva de “conocimientos, valores, actitudes y habilidades que les permitan participar de manera responsable y efectiva en la previsión de los problemas ambientales” (Gallegos Sánchez, 2011, p. 22).

Una vez conocido el concepto, lo dividiremos en cuatro dimensiones e indicadores, que a su vez lo componen y definen:

1. Es un eje de formación ambiental. Brinda conocimientos, saberes, valores y comportamientos que se adquieren mediante un proceso reflexivo, horizontal y dialógico de enseñanza-aprendizaje de técnicas para alcanzar una mejor interacción entre la relación humano-ambiente.
2. Tiene un enfoque colaborativo. Fortalece la habilidad de participar en la toma de decisiones de orden colectivo, cuyo resultado no se percibe como autoritarismo.

3. Mantiene un enfoque transdisciplinar. Presenta un grado de diversidad interactiva e integral que emplea en su orden, diálogos profundos y análisis críticos entre los involucrados sobre entendimientos de las diferentes realidades, conocimientos y saberes.
4. Decreta problemas ambientales. Encamina a desarrollar actitudes enmarcadas en criterios para el mejoramiento de la calidad de vida basada en el desarrollo sostenible, en el que se piensa sobre todo en la sostenibilidad del futuro.

Como segundo concepto central se encuentra la Ciencia Ciudadana concebida como un modelo empleado como estrategia destacable y novedosa para alcanzar la educación ambiental. Entendemos como ciencia ciudadana a la participación activa y voluntaria de una parte de la comunidad en algún proyecto o práctica que involucre la adquisición de conocimientos sobre fenómenos, principalmente anormales, del medio ambiente y/o sus elementos sin que la comunidad voluntaria posea conocimientos especializados o profesionales sobre esos temas, sin embargo, puedan tener otro tipo de conocimientos o saberes y se encuentren interesados en conocer más sobre el fenómeno en cuestión, colaborando con actores especialistas y su vez, dando origen a un proyecto pro ambiental integral y horizontal.

Las dimensiones de la ciencia ciudadana se dividen en:

1. Ciencia dialógica de conocimientos. Que comparten tanto investigadores como ciudadanos. Éstas discusiones son sistemas de contribución e intercambio de aprendizajes sobre técnicas y saberes tanto científicos como populares, que poseen una condición pedagógica reflejada con la adquisición de nuevos conocimientos a partir de la propia experiencia de participación.
2. Es participación integral, horizontal y transdisciplinar. Cada persona involucrada es apta para aportar en diferentes maneras de participación en el proceso científico que van desde la observación, la creación de hipótesis, la recolección de datos, el análisis de los mismos o de los resultados, la interpretación y la comunicación y/o divulgación de los resultados.
3. Aporta a la conservación del medio ambiente. Invita a desarrollar una postura ética y consciente sobre algún fenómeno anormal en el medio ambiente.

4. Otorga una postura de determinación. La participación en proyectos de investigación científica- popular da la confianza a los participantes para tomar decisiones respecto a su capacidad y habilidades adquiridas.

Como se puede observar, las dimensiones de ambos conceptos tienen propuestas muy similares y hasta complementarias. Los dos conceptos apuntan hacia el diálogo horizontal de participantes de diferentes aptitudes y contextos sin marcar una diferencia social y/o intelectual que permite aprender y desaprender de los demás en un sistema de contribución. También, buscan la interacción entre el ser humano y su medio ambiente para conocerlo, reconocerlo y aprender a relacionarse de una mejor manera con él.

Operacionalizar estos conceptos y conocer las dimensiones que lo des-componen, sirvió para desde lo teórico afinar los elementos teóricos que permitieron acercarme a mis unidades de análisis y así medir lo observable empíricamente, mediante la aplicación de entrevistas determinadas conocer su percepción.

4. Técnicas e instrumentos aplicados

El planteamiento de la investigación se basó en el método inductivo, es decir, la teoría descrita en este texto surgió de la observación de las unidades de estudio. El diseño de la investigación fue “deestructurado, abierto y flexible” (Bathyány y Cabrera, 2011, p. 80) ya que se construyó en el curso de la investigación. Se emplearon fuentes de información primarias, ya que la información aquí escrita fue recaudada por cuenta propia con ayuda de varias técnicas cualitativas (observación y entrevistas) para la obtención de datos. No obstante, se empleó también una técnica cuantitativa (encuesta) para obtener algunos datos que complementaron la información requerida. Se trata de una investigación mixta que en el marco de una investigación- acción utiliza herramientas de etnografía, autoetnografía y una encuesta de satisfacción.

4.1. Cualitativas

4.1.1. Etnografía

Esta técnica se orientó y enfocó al primer objetivo específico de esta investigación, que busca evaluar de forma posterior el Proyecto de Colisión de Aves con ventanas de la ENES León en el periodo 2018 a 2020 para comprender sus alcances y limitaciones respecto a las percepciones de sus participantes en la promoción de la educación ambiental y la ciencia ciudadana. Esta técnica cualitativa consistió en observar las prácticas, es decir, el grado de interacción y participación de los miembros del proyecto. Durante este proceso etnográfico se aplicaron las primeras entrevistas para poder contrastar el discurso de su respuesta y la práctica que demostraban. La entrevista sirvió para conocer el promedio de satisfacción de participación de cada individuo según su propia percepción. Como mencionan Batthyány y Cabrera (2011), sobre este tipo de método combinado en el que “se trata de integrar subsidiariamente un método en el otro método con el objetivo de que las fortalezas de uno sirva para compensar las debilidades del otro. En este caso se apunta a una adecuada combinación metodológica” (p. 82), donde el método cuantitativo (la encuesta empleada) sirve como potencializador del método cualitativo (la observación empleada).

4.1.2. Autoetnografía

Este tipo de enfoque permitió describir y analizar mi experiencia personal como un miembro más, participante del proyecto. Lo que posibilitó una interacción personal y directa con los miembros del proyecto y al mismo tiempo, una interpretación de la vivir en la experiencia intentando no sesgar las respuestas de los otros participantes con mis entendimientos personales.

La autoetnografía, un término acuñado por Karl G. Heider, 1975; David Hayano, 1979 citados por Guerrero Muñoz (2017), es un recurso metodológico que permite narrar un hecho a partir de la propia experiencia personal y cultural donde los elementos que aporta la autoetnografía a la investigación cualitativa son la narratividad y la transformatividad, es decir, la capacidad para observar una práctica social donde confluyen la reflexión crítica, el autoconocimiento personal, la dualidad individuo-sociedad y la acción liberadora que rompe las cadenas de cualquier forma de dominación y exclusión social, incluso aquella que deviene de la propia cultura científica, de nuestros prejuicios y creencias, de nuestra particular forma de dar sentido a la realidad (Guerrero 2016, citado

en Guerrero Muñoz, 2017), que se guía por la lógica narrativa, fusionándose “sujeto” y “objeto” de la investigación cultural y diluyéndose la impermeable “distancia etnográfica” (idem). Con la autoetnografía se logra hacer un análisis más profundo sobre lo que se pretende conocer y se tienen interpretaciones a primera respuesta. A lo largo de este proceso autoetnográfico, desde mi experiencia, surgió una metamorfosis de la conciencia y el autodescubrimiento de la percepción del contexto social en el que se desarrolla la investigación. Tal como lo comprende Guerrero Muñoz (2017):

“El proceso en la investigación auto etnográfica entraña el inicio de un itinerario introspectivo, y a la vez reflexivo, donde la ecuación personal juega un papel decisivo en la comprensión de los fenómenos y realidades estudiadas. El etnógrafo explora su mundo, y lo hace tratando de desvelar las conexiones entre *lo personal* y *lo cultural*, aportando de este modo un profundo sentido antropológico a sus actos, emociones, creencias y vivencias. La autoetnografía como método de investigación, nos proporciona por tanto un acceso privilegiado al mundo personal del investigador, recreando un mapa de referencias biográficas insertadas en el entorno sociocultural del que forma parte, y del que nacen esas mismas referencias.” (p. 131).

Es un proceso en el que se narra la propia historia desde un punto de vista interno y externo al mismo tiempo, que “permite entrenar determinadas habilidades y adquirir un conocimiento más detallado de la propia identidad cultural y del hecho diferencial que tiene lugar en cualquier encuentro humano.” (ibidem, p. 132).

4.1.3. Entrevistas semiestructuradas

De acuerdo con Batthyány y Cabrera (2011), las entrevistas son técnicas denominadas conversacionales. realizadas a sujetos seleccionados a partir de un plan de investigación que tiene una finalidad de tipo cognitivo, con un esquema de preguntas flexible y no estandarizadas.

Las entrevistas se realizaron a cinco estudiantes y fueron de tipo semiestructuradas, en las que se dispuso una serie de preguntas abiertas sobre temas a mencionar a lo largo de la entrevista, pero sin algún orden estricto de presentación y modo de formular una pregunta concreta, ya que por ser de tipo abierto, se busca que las respuestas sean más flexibles y libres.

4.1.4. Investigación Acción Participativa (IAP)

En este sentido, la Investigación Acción Participativa (IAP) en el campo ambiental es un método con el cual se puede propiciar la participación y la toma de conciencia hacia el mejoramiento de la calidad de vida, a través de la ejecución de acciones colectivas ambientalistas (Bolívar, 2018). De esta manera, se presenta este trabajo con la finalidad de realizar una evaluación de la participación, las experiencias y percepciones que se presentan en los miembros del proyecto en cuestión.

La investigación acción es un “enfoque metodológico que se centra en el encuentro y contacto directo con las personas, para lograr un cambio en una determinada situación” (Bolívar, 2018, p. 292). Asimismo, se caracteriza por el procesamiento de datos y mejora de la realidad comprendida por cada uno de los entes involucrados, siendo flexible, democrática y abierta, además de emplear una variedad de elementos que contribuyen a la toma de decisiones (Pérez (1998), citado en Bolívar, 2018). De esta manera, cada sujeto participante, contribuye a mejorar la sociedad involucrándose en la investigación y adquiriendo “aprendizajes permanentes mediante una organización autogestora, con un mayor acercamiento a la realidad de estudio, lo que propicia la incorporación de todos como copartícipes en sus propias situaciones y la búsqueda de alternativas para mejorarla, basadas en la corresponsabilidad de todos, ante diferentes situaciones que se presenten en su entorno” (idem) tal como ocurrió en este proyecto. También hace énfasis en las personas que perciben problemas sociales locales y se perciben como agentes de cambio para la solución de éstos, en el diseño, ejecución y evaluación de las acciones que se hace partir del diálogo entre investigadores y que además promueve la participación de personas en la búsqueda de soluciones a sus propios problemas.

En este sentido, Martí (2017) presenta las etapas y fases de la IAP, manifestando la existencia de una etapa de pre-investigación que detecta “síntomas” como percepción de un problema y “demanda” como la acción de intervención ante este problema. Es en este punto, en el que se plantea la investigación y se elabora el proyecto. Asimismo, distingue tres etapas más y una etapa post-investigación:

1. La primera etapa es el diagnóstico, en el que se indaga la situación que se va a estudiar para tener un conocimiento de la realidad y qué es lo que se pretende modificar. Se deben

considerar las fortalezas y debilidades de la comunidad con la que se trabaja ya que esto permite sistematizar ordenadamente toda la información recaudada.

2. La etapa segunda consiste en la elaboración de un Plan de Acción hecho por los actores implicados, que seleccionen y propongan posibles alternativas y además plantean las formas en las que se llevarán a cabo, y si es posible, los actores responsables de cada actividad.
3. En la tercera etapa, se ejecuta el Plan de Acción elaborado de forma colectiva en la etapa anterior. Se debe tomar en cuenta la flexibilidad de las actividades.

Más adelante, una revisión posterior que consiste en la evaluación e interpretación del Plan de Acción, en la que se reflexiona sobre el plan de acción mismo y se describe detalladamente cada actividad desarrollada y se esbozan los resultados obtenidos al tiempo que se compara lo que planificó con lo que en realidad se logró.

4.2. Cuantitativas

Este tipo de técnica se empleó únicamente para conocer el grado (en promedio numérico) de satisfacción respecto a la participación de cada estudiante miembro del proyecto para que a partir de ese dato, se pudiera dar paso a diseñar las entrevistas de las que se obtuvo la mayor parte de los datos. De esta manera se pretendió explicar las relaciones entre variables de satisfacción (participación, colaboración), y no comprender al sujeto.

4.2.1 Encuesta/ Cuestionario de satisfacción

Se diseñó un cuestionario estandarizado mediante un Formulario de Google con el fin de estudiar las relaciones existentes entre las percepciones de satisfacción de la participación dentro del proyecto de cada miembro del proyecto. La encuesta se lanzó para que todos los participantes la contestaran, sin embargo, sólo 17 de los 21 estudiantes que conforman el proyecto lo contestaron. De esta manera, esos 17 estudiantes que contestaron serán la muestra representativa de la unidad de análisis total.

Las preguntas del cuestionario fueron las mismas en el mismo orden para cada uno de los encuestados. Se les preguntó responder lo siguiente:

¿en una escala del 0 al 10, dónde 0 es que monitoreaste muy poco, o un espacio muy reducido de edificio, y 10 es que monitoreaste la totalidad del edificio, es decir, en tus monitoreos revisaste el edificio, los laboratorios o auditorios contiguos, los jardines aledaños, todos los pasillos, áreas poco usadas, etc. ?

Se logró conocer, mediante la observación indirecta, la respuesta de los estudiantes encuestados. En la que se observa que la mayoría se sintió satisfecho con su esfuerzo al monitorear la zona y días designados. Al comenzar el proyecto y designar las zonas por monitorear, se planteó que diariamente por la mañana inicialmente debían hacer rondines por los edificios y a lo largo del día estar pendientes de su zona.

Las respuestas a este cuestionario, permitieron conocer el esfuerzo desde la percepción de los participantes en el monitoreo de las zonas asignadas. Lo que a su vez, permite saber que tan alta o baja fue su dedicación al proyecto. Estos datos se pueden relacionar con los conocimientos, habilidades y sensibilidades adquiridas en cada miembro que aportó a su formación ambiental. Es importante mencionar que hubo unas zonas de monitoreo con mayores colisiones que otras, por lo que el monitoreo era menos común. Este también es un factor influyente que determina en parte la formación ambiental de cada estudiante.

5. Análisis de datos

Para conocer la experiencia formativa y educativa de los veintidós estudiantes que participaron en el primer proyecto de Ciencia Ciudadana de la ENES León, realizamos cinco entrevistas y un cuestionario de percepción de esfuerzo de monitoreo (a todos los estudiantes). Las herramientas metodológicas fueron sugeridas por los profesores responsables, pero la elaboración e implementación de dichas herramientas metodológicas, estuvo a mi cargo y al de mi compañera, también miembros de este proyecto lo que forma parte del diseño horizontal del proyecto.

Las entrevistas abiertas se realizaron a estudiantes de las dos licenciaturas involucradas, seleccionados por su alto nivel de participación, y se hizo un análisis descriptivo de temas así como una contrastación mínima entre ambos entrevistados. Se hicieron primero dos entrevistas, a la par de la ejecución del proyecto y de ellas se desprenden temas como: prevención o solución del problema

de colisión de aves, conservación de aves, reconocimiento del problema de colisión de aves con ventanas en otros espacios o edificios de la ciudad de León y no sólo en la ENES, comprensión de las rutas de las aves y de los edificios como obstáculos para ellas, generar datos para expertos, futuro, problemas en las relaciones humano-animales, cambio, mejora (alumno DGI), construcción del campus, construcción de edificios e impacto en las aves, diseño de estrategias de construcción sustentable, modificar edificios o prevenir impacto en las ventanas, conocimiento experto de aves, aves migratorias, aves polinizadoras (alumno CA).

Posteriormente, las otras tres entrevistas se realizaron por una plataforma en línea individualmente y fueron aplicadas después de concluir el proyecto a estudiantes que tuvieron alta participación en el proyecto, de la licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales solamente. Entre las respuestas de estos entrevistados, se destacan las siguientes categorías que describen su participación en el proyecto:

a) Diálogo de saberes entre científicos y voluntarios. En la que los entrevistados concordaron que el proyecto fue un trabajo bien sustentado, donde se comunicó efectivamente y se aclararon dudas puntuales como que unas aves eran migrantes y no residentes como siempre habían pensado, a modo de retroalimentación que tradujeron como beneficio personal debido a la adquisición de conocimientos y técnicas, con un claro depósito de confianza en los voluntarios.

b) Proceso formativo y educativo (capacidad intelectual, moral y afectiva). Tuvieron un proceso de aprendizaje en relación a las aves: reconocimiento, hábitat, residencia/migración, sobre características físicas, sobre las técnicas de recolección (después de haber colisionado), las afecciones que la urbanización causa en las especies y seguir aprendiendo de ello.

Que la ciencia no está en un lugar cerrado, sino que se puede encontrar en movimiento y ser parte de ella mediante la colaboración transdisciplinar en las actividades y documentación, tras el entendimiento de la realidad a través de una mirada, lenguaje y método casi siempre científico.

c) Reconocimiento y atención de problemáticas en relación humano-naturaleza. Concibieron el proyecto desde su importancia sobre la conservación de cualquier especie por la función que hace en el ecosistema. Además de posicionarse en una postura de acción

política, en la que aplicaría las habilidades aprendidas para atacar las problemáticas que pudiera percibir.

d) Inclusivo, horizontal y sin jerarquías. De tipo organizativo integral y contributivo con las herramientas que se disponía. El trato fue orgánico e inclusivo entre cada miembro del proyecto sin importar el nivel de participación o de estudios que cada uno tuviera. La integración en la documentación del proyecto y la colaboración de algunos miembros en la autoría del artículo publicado.

Se observan respuestas muy similares entre los cinco entrevistados. En general su participación en el proyecto los pone al tanto del problema de colisión de aves con ventanas, de una forma compleja, y aporta a la comprensión del sistema edificio-aves-personas y su relación con urbanización acelerada. Además, ofrece información sobre nuevos elementos relacionados a las aves como clasificación (migratorias o no migratorias) y función (polinización). En general destaca que el hecho de involucrarse en este tipo de proyectos abre el panorama para conocer problemas que antes pudieron pasar desapercibidos en su vida cotidiana. También permite adquirir nuevos conocimientos que se pensaban fuera de su alcance, como participar directamente con expertos y formar una red colaborativa e integrada de información y datos.

El cuestionario de percepción de esfuerzo de monitoreo se utilizó para asignar un valor al grado de monitoreo de todos los alumnos involucrados en relación con el edificio asignado. Se estructuró en una escala del 0 al 10, donde 0 fue baja frecuencia de monitoreo durante un año y 10 fue alta frecuencia de monitoreo durante un año (2019), que fue el año en que el proyecto se consolidó. Del cuestionario de percepción de esfuerzo los alumnos reportan una calificación promedio de 8 (en escala de 0 a 10) lo que puede interpretarse como un alto grado de compromiso y frecuencia con el monitoreo del edificio asignado.

Consideramos que la configuración de un modelo de ciencia participativa que dio cabida al monitoreo de aves, así como a la valoración de la experiencia formativa de los estudiantes, favoreció la consolidación del proyecto de colisión de aves de la ENES León y sentó un precedente para los proyectos de LAISOS. Además, se destaca el incremento en la sensibilidad de la población universitaria participante en una gama de temas: el impacto negativo de la rápida urbanización para la biodiversidad y los aspectos medioambientales de por medio. Pudo confirmarse también que una

aproximación desde el modelo de ciencia ciudadana no se limita a recolectar información útil para análisis científicos, sino también puede ser una vía para informar a las poblaciones urbanas acerca de la magnitud de diversos fenómenos ecológicos (Kummer, 2016; Rebolo-Ifrán., 2019).

En conclusión, tras identificar las percepciones y experiencias de los participantes del Proyecto de Colisión de aves con ventanas de la ENES León mediante técnicas e instrumentos metodológicos se confirma la hipótesis propuesta en esta investigación, que proponía demostrar que la participación en proyectos de ciencia ciudadana como este, contribuyen a la formación ambiental y científica de los estudiantes o actores que estén involucrados en ello. Ya que al interpretar las respuestas, encontramos que después de su participación en el proyecto, los estudiantes adquirieron o reforzaron sus conocimientos sobre las funciones e importancia de las aves silvestres en el ecosistema. Así como el cambio de su sensibilidad ante el reconocimiento de problemas ambientales y su aptitud y actitud para colaborar en su resolución.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue determinar cómo percibieron y experimentaron los procesos de Educación Ambiental y Ciencia Ciudadana los participantes del Proyecto de Colisión de Aves con Ventanas de la ENES León en el periodo 2018 a 2020.

Operacionalizar los dos conceptos centrales: educación ambiental y ciencia ciudadana, me permitió conocer las dimensiones teóricas que los componen y, poner al descubierto los indicadores precisos que debí tomar en cuenta para acercarme asertivamente a mi unidad de análisis, sabiendo concretamente qué información requerí aplicar para conocer la manera de concebir su participación en el proyecto. Así mismo, mi experiencia personal como miembro activo en el monitoreo de aves y en la coordinación de la base de datos del proyecto, tuvo una gran influencia que guió mi proceso recabación de información, respecto a quién entrevistar y qué datos quise conocer. Al evaluar mi experiencia, en mi postura como participante del proyecto y las de mis compañeros, sobre su participación en el proyecto, me parece bastante enriquecedor la contribución de las diferentes disciplinas que a la vez, se interesan por y aportan a una misma situación real desde su postura profesional y personal. La retroalimentación que experimenté a partir de este proyecto logró cambios en mi vida personal; la forma en la que ahora concibo los componentes y procesos del ecosistema, tienen un valor fundamental.

En este sentido, corresponde mencionar a los autores Gallegos Sánchez (2011); Alfaro Barbosa (2001); Zabala y García (2008); Leff (1998a), (1998b), (2004); Calixto (2012); Siachoque, Buitrago y Romero (2016), por mencionar algunos, de quienes tomamos el concepto de Educación Ambiental. Así como los autores Piña-Romero (2017); Moreno Jordan (2020); Jordan et. al (2015); Betancur (2016); Bonney (2009); Sauvé (2005); De la Cruz et al. (2019); Pasquier- Merino (2017); Senabre, Ferran-Ferrer y Perelló (2018); Tejeda y Medrano (2018) quienes ilustraron este trabajo con el concepto de Ciencia Ciudadana.

Tras una evaluación de los alcances que logró mostrar el Proyecto de Colisión de aves con ventanas de la ENES León en esta tesis respecto a la promoción de la Educación Ambiental percibida por los estudiantes que participaron en él, encontré que efectivamente procuró una comunicación

dialógica entre dos saberes; el científico y el popular en la que hubo interacciones recíprocas entre ambos actores. Así como que fomentó el cambio de actitudes hacia una mayor sensibilidad por el conocimiento y reconocimiento de la importancia de conservar en calidad a otros seres vivos que coexisten con los humanos. Todo esto a través de prácticas de participación colectiva bajo modelos de educación integrales como el de Ciencia Ciudadana que también contribuye a la conservación del medio ambiente y que posiciona a sus miembros en una postura de confianza sobre las aptitudes adquiridas que prometen implementarán en su vida diaria. Proyectos de Ciencia Ciudadana como este, en universidades o Instituciones de Educación Superior, se adscriben a la consumación de los ODS de la Agenda 2030 que fomentan la Educación Ambiental y la participación de los estudiantes universitarios, que establecen de manera neutral y pacífica pero reformada, la interacción y posibles acuerdos en los sectores privados, de gobierno y de la sociedad civil que favorezcan una corresponsabilidad y participación organizada.

El valor que tuvo identificar las percepciones y experiencias de los participantes, destaca en que se puede mensurar la transformación que tuvieron sobre lo aprendido intelectualmente en relación al conocimiento técnico y científico de los procesos y componentes del ecosistema, así como los sentires que revolucionaron su pensamiento y emociones para actuar más sensiblemente ante la realidad ambiental. Conocer sus percepciones sirve para saber qué tanto, los proyectos como este sirven para acercarnos a encontrar un equilibrio del quehacer social que involucre lo cognitivo y lo afectivo como una sola herramienta efectiva en defensa de la naturaleza mediante una educación integral y transdisciplinar.

Si bien este trabajo se enfocó exclusivamente en conocer las percepciones y experiencias de los miembros participantes del proyecto del periodo 2018-2020, sería prudente usar esta investigación como antecedente para esbozar la continuación del proyecto después de este ciclo, con el objetivo de determinar si los resultados obtenidos son los mismos o dar a conocer en qué difieren.

Esperando que esta tesis sea un antecedente y ayude a tomar las medidas necesarias para prevenir y atender este fenómeno ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A.; Brand, U. (2018). Salidas del laberinto capitalista. Decrecimiento y postextractivismo. Ecuador: Fundación Rosa Luxemburgo. Oficina Región Andina.
- Alfaro Barbosa, J. M., Limón Rodríguez, B., Martínez Turanzas, G. A., Ramos Granados, M. M., Reyes Amézcuca, J. M., Tijerina Medina, G. (2001). Ciencias del ambiente. Compañía Editorial Continental. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Batthyány, K., & Cabrera, M. (2011). *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales*. D-Universidad de la República.
- Bartra, A. (2009). La gran crisis. *La Jornada*, vol. 15 (2), pp. 191-202.
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad*. España: Paidós.
- Beriain, J. (1996). El doble "sentido" de las consecuencias perversas de la modernidad. En *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*. (pp. 7-29). Barcelona: Anthmpos.
- Betancur, E., & Barriga, J. E. C. (2016). La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, 3(2).
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/323236>
- Birkhead, T. (2014). *Los sentidos de las aves. Que se siente al ser un pájaro*. (Gonzalez Hortelano, A. Trad.). Capitán Swing.
- Bolívar, Y. C. R. (2018). Investigación Acción Participativa y Educación Ambiental. *Revista Scientific*, 3(7), 289-308.
<https://doi.org/10.29394/Scientific.i.ssn.2542-2987.2018.3.7.15.289-308>
- Bonney, R., Cooper, CB, Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, KV y Shirk, J. (2009). Ciencia ciudadana: una herramienta de desarrollo para expandir el conocimiento científico y la alfabetización científica. *BioScience*, 59 (11), 977-984.
- Bonilla-Chávez, J. (2020). *Educación ambiental intercultural: los saberes de los adultos mayores en Santa Rosa Xochiac para el cuidado de la Tierra*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. TESIUNAM.
<http://132.248.9.195/ptd2020/octubre/0804654/Index.html>
- Bravo Mercado, M. T., (Junio, 2005). *Origen y desarrollo de la Investigación en Educación Ambiental en México*. Ponencia presentada en el II Coloquio de Educación Ambiental UPN.

Calixto Flores, R. (2012). Investigación en educación ambiental. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1019-1033. Recuperado en 04 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000400002&lng=es&tlng=es.

Citizen Science. Asociación de Ciencia Ciudadana (2021). Consultado el 21 de junio de 2021 en <https://citizenscience.org/>

Cohen, N. y Gómez, G. (2019). Metodología de la investigación, ¿para qué?. La producción de los datos y los diseños. CLACSO.

Cordero-Briceño, M. E. F., (2019). Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad: historia, fundamentos y tendencias. *Encuentros*, 17(02), 187-201. [fecha de Consulta 26 de Enero de 2022]. ISSN: 1692-5858. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476661510004>

De la Cruz, Y. H. U., Anaya, I. C. A., Aguilar, B. M., Martínez, M. M. H., & Martínez, E.S. (agosto-noviembre 2019). Ciencia ciudadana: valiosa herramienta para conocer la biodiversidad del área silvestre del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. *Revista Nthe*, (30), 59-69.

Durán, R. F. (2011). La quiebra del capitalismo global: 2000-2030. Preparándonos para el comienzo del colapso de la Civilización Industrial.

Echeverría, B. (2009). *¿Qué es la modernidad? (Vol.1)*. México: UNAM.

Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. México: FCE.

Fundació Catalana de l'Espai. (2020, noviembre). *Ciencia ciudadana, naturaleza urbana y educación ambiental*. Recuperado el 05 de diciembre de 2020 en https://fundesplai.org/arxius/PDFs/Publicacions/Fundesplai_OK_ESP-DOB-baixa.pdf

Gallego Sánchez, B., (2011). Educación ambiental. Universidad de Guanajuato. Editorial Progreso.

García, A. A. (2005). Breve historia de la educación ambiental: del conservacionismo hacia el desarrollo sostenible. *Revista futuros*, 12(10).

García, B. R. (2019). Modelo de evaluación de riesgo para hidrófitas invasoras en México: estudio de caso, parque nacional lagunas de Zempoala.

Guerrero Muñoz, J. (2017). Las claves de la autoetnografía como método de investigación en la práctica social: conciencia y transformatividad. *CIAIQ* 2017, 3.

González Blasco, P. (2015). Medir en las ciencias sociales. En F. M. García, J. Ibáñez y J. Alvira. (Eds.), *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Alianza, pp. 209-235.

- Herrera, C. (2 de mayo de 2018). Día Mundial de las Aves Migratorias en América Latina. *NRDC (Natural Resources Defense Council)*. <https://www.nrdc.org>
- Hochachka, W. M., Fink, D., Hutchinson, R. A., Sheldon, D., Wong, W., Kelling, S. (2012). Data-intensive science applied to broad-scale citizen science. *Review Special Issue: Ecological and evolutionary informatics*, 27(2), 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.11.006>
- Hernández Siamperi, R. (2014). Metodología de la investigación.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021, 22 de Junio). *En México hay 84.1 millones de usuarios de internet y 88.2 millones de usuarios de teléfonos celulares: ENDUTIH 2020* [Comunicado de prensa]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrosTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf
- Illich, I. (2014). La convivencialidad. *Boletín CF+ S*, (26), 1-73.
- Jordan, R., Crall, A., Gray, S., Phillips, T., Mellor, D., (febrero 2015). Citizen Science como un campo de investigación distinto, *BioScience*, 65(2), pp. 208–211.
- Kuhn, T., (1971). La estructura de las revoluciones científicas. México: FCE.
- Kummer, J. A., Bayne, E. M., & Machtans, C. S. (2016). Comparing the results of recall surveys and standardized searches in understanding bird-window collisions at houses. *Avian Conservation and Ecology*, (11), 4.
- Laboratorio Interdisciplinario de Sostenibilidad (10 de septiembre de 2020). Consultado el 8 de diciembre de 2020. <http://sostenibilidad.enes.unam.mx/vida-silvestre.html>
- Las teorías del aprendizaje. (2013, 15 de noviembre). Sites google. <https://sites.google.com/site/lasteoriasedelaeducacion/introduccion>
- Leff, E. (1998a). Educación ambiental y desarrollo sustentable. *Formación Ambiental*, PNUMA, México DF, 9(10), 1-8. <http://cidbimena.desastres.hn/documentos/crid/Jun-Jul2004/pdf/spa/doc10388/doc10388-contenido.pdf>
- Leff, E. (22 de enero del 2007). La complejidad ambiental. *Polis: Revista Latinoamericana*, (16). ISSN 0717-6554.
- Leff, E. (2004). Racionalidad ambiental y diálogo de saberes: significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable. *Polis: Revista Latinoamericana*, (7). ISSN 0717-6554
- Leff, E. (1998b). Universidad, interdisciplina y formación

ambiental. Revista interuniversitaria, (2), págs. 69-84. ISSN-e 1989-9742

Lozano, M. E. E. C., & Vásquez, E. R. (2016). La educación ambiental, un saber pendiente en la formación de jóvenes estudiantes universitarios. Revista Interamericana de Educación de Adultos, 38(2), 77-93.

Márquez Delgado, D. L., Hernández Santoyo, A., Márquez Delgado, L. H., & Casas Vilardell, M. (2021). La educación ambiental: evolución conceptual y metodológica hacia los objetivos del desarrollo sostenible. Revista Universidad y Sociedad, 13(2), 301-310.

Martí, J. (2017). La investigación-acción participativa: estructura y fases. Recuperado el 23 de noviembre de 2021 de http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/175/JMarti_IAPFASES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moreno Jordán, R. (2020). *El papel de la ciencia ciudadana en el monitoreo y manejo sustentable de los recursos naturales*. [Tesis de maestría, ECOSUR]. Repositorio Institucional- El Colegio de la Frontera Sur. <http://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/2155>

Morin, E. (2010). Sobre la interdisciplinariedad. *Publicaciones Icesi*.

Naciones Unidas (2015, 25 de septiembre). *Objetivos de desarrollo sostenible*. ONU. Recuperado de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Naciones Unidas. (28 de agosto de 2018). *La juventud. Desarrollo Sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-juventud/>

Recuperado el 21 de diciembre de 2021.

Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina (CEPAL). (25 de noviembre de 2021). *El rol de las juventudes y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://comunidades.cepal.org/ilpes/es/grupos/discusion/el-rol-de-las-juventudes-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible> Recuperado el 21 de diciembre de 2021.

Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S. and Crowston, K. (2012), The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, 298-304. <https://doi.org/10.1890/110294>

Olaguez, J. E., Peña, E., & Espino, P. (2017). La gestión de la educación ambiental en las organizaciones desde la perspectiva de los estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle del Évora, México. *HOLOS*, 8, 145-159. <http://dx.doi.org/10.15359/rec.20-1.6>

Olaguez-Torres, E., Espino-Román, P., Acosta-Pérez, K., & Méndez-Barceló, A. (2019). Plan de Acción a

Partir de la Percepción en Estudiantes de la Universidad Politécnica de Sinaloa ante el Reciclaje de Residuos Sólidos y la Educación Ambiental. *Formación universitaria*, 12(3), 3-14.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000300003>

Olvera-Arteaga, A., Moreles-Abonce, L. C., Shimada-Beltrán, H., MacGregor-Fors, I., Uribe-Morfín, P., (2021). "Ciencia ciudadana en la ENES León: una experiencia multidisciplinar y formativa en el monitoreo de aves muertas del campus". En *Gestión, equidad educativa e innovación en cultura, artes y humanidades*.

Paredes-Curin, C. R. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 119-144.
<http://dx.doi.org/10.15359/ree.20-1.6>

Pasquier-Merino, A. G. (2017, enero-junio). Connotaciones y paradojas en torno a la participación de los actores locales en iniciativas de desarrollo rural. *Limina R. Estudios Sociales y Humanísticos*, 15(1), 112-127.

Pérez Tamayo, R. (2002). *Acerca de Minerva*. México: FCE/SEP/CONACYT.

Piña Romero, J. (mayo 2017). *Ciencia ciudadana como emprendimiento de la ciencia abierta:*

el riesgo del espectáculo de la producción y el acceso al dato. Hacia otra ciencia ciudadana. *Liinc em Revista*, 13(1), pp.47-58.

Reyes Ruiz, J., Castro Rosales, E. A., Noguera de Echeverri, A. P., (con Toledo Manzur, V. M.). (2017). *La vida como centro: arte y educación ambiental*.

Rivero, O. (1996). *La dimensión social, ecológica, energética y ambiental del desarrollo sustentable*. En *Energía, ambiente y desarrollo sustentable. El caso de México*. García-Colín, L., Bauer Ephrussi, M., (coords.). El Colegio Nacional.

Rojas, M. (2009). Consideraciones sobre el concepto de progreso. En: *Midiendo el progreso de las sociedades. Reflexiones desde México*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México. Pp. 15-27.

Saavedra, F., & López, J. (2021). *CULTURA AMBIENTAL UNIVERSITARIA: UN ENFOQUE TRANSDISCIPLINARIO*. *ero*, 55.
<http://uba.edu.ve/wp-content/uploads/2021/04/REVISTA-VISION-EDUCATIVA-VOL-3-N%C2%B0-1-02-04-2021.pdf#page=55>

Sauvé, L. (2005). Uma cartografia das corrientes em educação ambiental. (p. 17-46). In Sato, M. et Carvalho, I. (Dir.). *Educação ambiental - Pesquisa e desafios*. Porto Alegre : Artmed.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (30 de diciembre de 2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (23 de septiembre de 2018). *En otoño, México recibe a miles de aves de Norteamérica*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/en-otono-mexico-recibe-a-miles-de-aves-de-norteamerica>

Senabre, E., Ferran-Ferrer, N., & Perelló, J. (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana. *Comunicar*, 26(54), 29-38. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-03>

Siachoque-Montanez, C., Buitrago-Sandoval, L., Romero-Arteaga, G. (2016) *Estado del arte de las herramientas didácticas enfocadas a la educación ambiental implementadas en escenarios pedagógicos de la ciudad de Bogotá D.C.* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]

Souza, M. S. (2016). Trabajo Integrador Final (TIF) de Producción: la planeación en los

proyectos de intervención o realización de productos comunicacionales. Recuperado de: <https://www.academia.edu/s/fca2986539?source=link>

Strier, R. (2013, octubre). Responding to the Global Economic Crisis: Inclusive Social Work Practice. *Social Work*, 58(4), 344-353.

Taibo, C., (20107). *Colapso: capitalismo terminal, transición ecosocial, ecofacismo*. Argentina: Libros de Anarres.

Tejeda, I., & Medrano, F. (2018). El potencial de la ciencia ciudadana para el estudio de las aves urbanas en Chile. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Medrano/publication/325793877_El_potencial_de_la_ciencia_ciudadana_para_el_estudio_de_las_aves_urbanas_en_Chile/links/5b2418b30f7e9b0e374a33b5/El-potencial-de-la-ciencia-ciudadana-para-el-estudio-de-las-aves-urbanas-en-Chile.pdf

Torres, D., Correa, F., Marisi, A., Claramunt, E., Cepeda, V., Lus, L., ... & Fernández, A. (2017, September). Motorizando la ciencia ciudadana. In IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico-CONCYT 2017. <https://digital.cic.gba.gov.ar/bitstream/handle/11746/6858/104-%20LIFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tortosa, J. M. (2011). *Maldesarrollo y mal vivir. Pobreza y violencia a escala mundial*. Quito, Ecuador: Abya-Yala.

Universidad UNADE. (28 de abril de 2020). *¿Para qué sirve y cómo me afecta la pirámide de Maslow?*. <https://unade.edu.mx/para-que-sirve-la-piramide-de-maslow/>

Uribe Morffín, P. & Vargas Molina, S. A., (2019, en prensa). Conocimientos y prácticas ambientales de jóvenes universitarios en Guanajuato: reflexiones desde un abordaje empírico. págs. 1-27.

Walteros, J. (2019). *Biomonitoreo acuático participativo, una estrategia para promover la ciencia ciudadana*. Bio-grafía, 1235-1245.

Yrene-Alcaraz, M. P. (2020). *Educación ambiental en el nivel media superior: estudio y acción en problemas ambientales* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. TESIUNAM. <http://132.248.9.195/ptd2020/enero/0799534/Index.html>

Zabala G, Ildebrando, & García, Margarita. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación*, 32(63), 201-218. Recuperado el 26 de diciembre de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100011&lng=es&tlng=es.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, L. S., (2017). *Plan de Desarrollo Institucional de la ENES Unidad León 2017-2020*.
- Bermudez, G., & De Longhi, A. L. (2008). La educación ambiental y la ecología como ciencia: Una discusión necesaria para la enseñanza.
- Broncano, F. (2000). *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*. México: Paidós mexicana.
- Cohen, N., & Rojas, G. G. (2014). Esa cosa llamada datos. *Revista latinoamericana de metodología de la investigación social*, (8), 10-18.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (30/03/2021 - 17:48 hrs.) Consultado el 20 de junio de 2021 de <https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/que-es>
- Cortés, M. [UPM]. (20 de diciembre de 2019). *MOOC ITD ODS Una transformación ineludible*. [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=OueEbXcDpmI>
- Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León (2020). *Nuestra historia*. Recuperado el 09 mayo 2020, de <https://enes.unam.mx/nuestra-historia>
- Esmacilian, B., Rust, M., Gopalakrishnan, K., & Behdad, S. (2018). Use os Citizen Science to Improve Student Experience in Engineering Design, Manufacturing and Sustainability Education, *Procedia Manufacturing*, (26), 1316-1368. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.124>
- Hager, S. B., & Cosentino, B. J. (2014). Surveying for bird carcasses resulting from window collisions: A standardized protocol. *PeerJ*, 2, (406), 1.
- Hernández, J.; Tirado, P.; Ariza, A. (2016). El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (88), 165–199.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020, diciembre). *PIB por Entidad Federativa (PIBE) Base 2013 INEGI*. Recuperado el 09 de diciembre de 2020 en <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/>
- Jímenez Becerra, A. (2004). El estado del arte en la investigación en las ciencias sociales. En: *La práctica investigación en ciencias sociales*. (pp.28-42). UPN.
- Jiménez-Esquivel, V.; López-Sagástegui, C.; Cota-Nieto, J. J.; Mascareñas-Osorio, I. (2018).

Comunidades costeras del noroeste mexicano haciendo ciencia.

Relaciones. Estudios de historia y sociedad, 39(153), 129-165.

<https://dx.doi.org/10.24901/rehs.v39i153.393>

Khan Academy. (s.f.). *Repaso de introducción a la ecología*.

Recuperado el 24 de abril, 2023 de

<https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-ecology/hs-introduction-to-ecology/a/hs-introduction-to-ecology-review>.

Laboratorio Interdisciplinario de Sostenibilidad. (2020, septiembre).

Modelo de campus sostenible.

Recuperado el 09 de diciembre de 2020 de

<http://sostenibilidad.enes.unam.mx/modelo-de-campus-sostenible.html>

Leff, E. (22 de enero del 2007). La complejidad ambiental. Polis: Revista Latinoamericana, (16). ISSN 0717-6554.

Medina Ramírez, S, (octubre del 2004). La dependencia tecnológica de México. *Economía informa*, (330), 73-81.

Mitchell N., Triska M., Liberatore A., Ashcroft L., Weatherill R., & Longnecker N., (2017). Benefits and challenges of incorporating citizen science into university education. *PLoS ONE*, 12 (11): e0186285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186285>

Oberhauser, K. and LeBuhn, G. (2012), Insects and plants: engaging

undergraduates in authentic research through citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, 318-320.

<https://doi.org/10.1890/110274>

Piña, J. (2017). Ciencia ciudadana como emprendimiento de la ciencia abierta: el riesgo del espectáculo de la producción y el acceso al dato. Hacia otra ciencia ciudadana. *Liinc Em Revista*, 13(1).

<https://doi.org/10.18617/liinc.v13i1.3765>

Perrenoud, P. (2006). Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo?. *Reforma de la Educación Secundaria*, 115(3), 311-321.

Ramos Gallego J. R. (2018). Cómo se construye el marco teórico de la investigación. *Cadernos de Pesquisa*, 48, 830-854.

Rebolo-Ifrán, N., di Virgilio, A., & Lambertucci, S. A. (2019). Drivers of bird-window collisions in southern South America: A two-scale assessment applying citizen science. *Scientific Reports*, 9, 18148.

Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. *XII Coloquio internacional de Geocrítica. Colombia*. Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/06-B-Rengifo.pdf>.

Sousa Santos, B. (2009). *Una epistemología del sur*: México: Siglo XXI/CLACSO.

Uribe-Morfin, P., Gómez-Martínez, M. A., Moreles-Abonce, L., Olvera-Arteaga, A., Shimada-Beltrán, H., MacGregor-Fors, I., (2021). The invisible enemy: Understanding bird-window strikes through citizen science in a focal city. *Ecological Research*, 36 (3), 430-439.
<https://doi.org/10.1111/1440-1703.12210>

Vitone, T., Stofer, K. A., Sedonia Steininger, M., Hulcr, J., Dunn, R. & Lucky, (2016). School of Ants goes to college: integrating citizen science into the general education classroom increases engagement with science. *JCOM*, 15, (1), 3.

Zemelman, H. (2005). *Voluntad de conocer. El sujeto y su pensamiento en el paradigma crítico*. México: Anthropos.

ANEXOS

Tabla 1. Evolución conceptual y metodológica de la educación ambiental a nivel internacional

Año y lugar	Acontecimiento	Organismo involucrado	Resultados alcanzados
Roma, 1968	Pronunciamiento de alerta sobre los problemas socio-ambientales	Club de Roma (ONG)	Se plantearon seis aspectos a ser considerados para evitar efectos irreversibles a nivel mundial: explosión demográfica, macrocontaminación, uso incontrolado de la energía, desequilibrio económico entre países, crisis de valores y crisis política. En el que se considera la alternativa de implementar un proceso educativo formal.
Estocolmo, Suecia, 1972	Primera Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente	Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)	Creación del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), en el que se planteó la necesidad de promover una labor de educación ambiental dirigida a las generaciones jóvenes como a los adultos de la población menos privilegiada para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta responsable de individuos, empresas y colectividades. Se establece el Programa Internacional de Educación Ambiental con enfoque interdisciplinario escolar y extraescolar.
Belgrado, (ex Yugoslavia), 1975	Seminario Internacional de Educación Ambiental	UNESCO	Elaboración de la Carta de Belgrado en la que se establecen directrices básicas y objetivos y metas de la educación ambiental, considerando al ambiente como una totalidad de intereses donde confluye el hombre, lo ecológico, lo económico,

			tecnológico, social, legislativo, cultural y estético con enfoque interdisciplinario.
Tbilisi (Georgia) 1977	Primera Conferencia Internacional sobre Educación Ambiental	UNESCO	Incorporación de la educación ambiental a los planes políticos de todas las naciones, en donde prevalezca la pedagogía de acción basada en la preparación del individuo para comprender mejor los problemas del mundo contemporáneo, proporcionándoles conocimientos técnicos y cualidades para mejorar y proteger el medio ambiente con valores éticos, lo que abarca el medio social y cultural y no sólo el físico.
Moscú, 1987	Congreso Internacional sobre Educación y Formación Ambiental	UNESCO	Creación de documento para revisar las políticas de educación ambiental sugeridas en Tbilisi. Planteamiento de un plan estratégico internacional para accionar desde la educación ambiental y la formación ambiental, dirigido a personas especializadas y a las que toman decisiones legislativas.
Talloires, 1991	Declaración de Talloires	Asociación de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible (ULSF, por sus siglas en inglés)	Establecimiento de políticas para promover la conciencia y el involucramiento de dirigentes gubernamentales, empresariales, fundacionales y universitarios en apoyo a la investigación universitaria, educación, formación política e intercambio de información en un desarrollo ambientalmente sustentable.
		179 gobiernos	Se plantearon tres acuerdos y la firma de dos instrumentos con fuerza de ley en los que se refiere a la educación ambiental como el medio idóneo para alcanzar los objetivos planteados: una

Río de Janeiro, 1992	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) / Cumbre para la Tierra	del mundo, Naciones Unidas, organizaciones científicas, empresariales, docentes, estudiantes y de investigación.	mejor calidad de vida saludable, modalidades sostenibles de producción y consumo, intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, conservación y protección de los recursos naturales. Se aprobó el Tratado de Educación Ambiental hacia Sociedades Sustentables y de Responsabilidad Global. Entre otros documentos, se aprobó la Agenda 21, la cual señala que el desarrollo sustentable es un tipo de desarrollo en el que se lucha contra la pobreza y la destrucción del medio ambiente.
Río de Janeiro, 1992	Foro Global Ciudadano	1,000 organizaciones de muchos países en representación de asociaciones profesionales, empresariales, académicas, religiosas, científicas, indígenas, ecologistas, comunicólogos.	Se establecieron redes de comunicación para intercambiar opiniones y perspectivas, adquirir prestigio ante los coterráneos y ante la opinión pública, manifestarse como voceros en el debate de las cuestiones ambientales, y establecer promesas y compromisos fraternos.
Sajonia, Grecia, 1997	Conferencia Internacional "Medio Ambiente y Sociedad" / Declaración de Salónica	Organización de las Naciones Unidas (ONU); UNESCO, Organizaciones No Gubernamentales (ONG) internacionales.	Se establece la sostenibilidad como el objetivo conceptual primordial para alcanzar soluciones ante los problemas ambientales para alcanzar condiciones mínimas de sobrevivencia. Se plantea que la reorientación de toda la educación sostenible concierne a todos los niveles de la educación formal, no formal e informal en todos los países.
			El primero se realizó en Guadalajara,

América Latina, a partir de 1992	Congresos Iberoamericanos de Educación Ambiental	Comunidades de América Latina	<p>México (1992) y sirvió de inicio para el desarrollo de la educación ambiental en la región.</p> <p>El segundo se realizó nuevamente en México (1997). Se determinó construir estrategias educativas y materiales de comunicación, la profesionalización de los educadores ambientales y la implementación de una educación comunitaria. Así como una cultura ambiental desde los espacios naturales de recreación y turismo sostenibles.</p> <p>El tercero se realizó en Caracas, Venezuela (2000) sirvió de escenario para analizar la educación ambiental con significado y pertenencia para los pueblos.</p> <p>El cuarto se llevó a cabo en Cuba (2003), donde se revisaron las políticas y estrategias nacionales de educación ambiental y las alianzas latinoamericanas y del caribe para el desarrollo sustentable.</p> <p>Y el quinto tuvo lugar en Brasil (2006), donde se discutió las potencialidades de la educación ambiental en la construcción de la sustentabilidad planetaria.</p>
México, 2000, (aproximadamente)	Plan de Acción Ambiental para el Desarrollo Sustentable en las Instituciones de Educación Superior	<p>Consejo de Universidades Públicas e Instituciones Afines (CUPIA)</p> <p>Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior</p>	<p>Se busca incorporar los enfoques y criterios de sustentabilidad y vincularlas a las tareas de la gestión ambiental e innovación científica a las Instituciones de Educación Superior (IES) afiliadas a la ANUIES. Se propone mejorar la colaboración en la materia con el sector privado, los organismos no gubernamentales y con la sociedad en su conjunto.</p>

(ANUIES)

Johannesburgo, Sudáfrica, 2002	Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable	ONU	Se acordó que el desarrollo sostenible se basa en tres pilares: el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección ambiental. Se enfatiza la integración de temas claves del desarrollo sostenible a través de métodos participativos de enseñanza-aprendizaje con el fin de empoderar a los estudiantes para que encuentren puntos complementarios entre la EDS y la ciencia de la sostenibilidad.
Periodo de 2005-2014	Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)	ONU, UNESCO	Se declara la propuesta de integrar los principios y prácticas de desarrollo sostenible en todos los aspectos de la educación con la intención de favorecer cambios en los conocimientos, valores y actitudes hacia una sociedad más sostenible y justa. Al mismo tiempo, la ONU estableció los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (2005-2015) como una forma de reducir la pobreza a nivel global y disminuir las diferencias de las condiciones de vida entre países pobres y ricos. En ese contexto, suceden eventos distinguidos: el 4to Congreso Internacional sobre Educación Ambiental “Tbilisi +30” (India, 2007); el 5to Congreso Internacional sobre Educación Ambiental (Canadá, 2009); la Conferencia Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible (Alemania, 2009); la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río, 2012); la Conferencia Mundial sobre la Educación para el Desarrollo

2015	Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible	ONU	Se destaca que la educación es esencial para el desarrollo sostenible. Se reconoce el carácter transversal de la educación ambiental (formal, no formal o informal) como vía esencial para alcanzar los ODS.
------	---	-----	--

Elaboración propia. Fuente: Leff, 1998a; Bravo Mercado, 2005; Zabala, Ildebrando y García, 2008; Calixto, 2012; Moreno-Jordán, 2020; Máquez Delgado, 2021; Saavdra y López, 2021.

Tabla 2. Lista de especies aviares registradas en los edificios, reconocidas como víctimas de colisiones con ventanas.

	Nombre común	Nombre científico (Género y especie)	Colisiones letales observadas	Estatus migratorio
1	Gorrión saltamontes	<i>Ammodramus savannarum</i>	1	migratoria
2	Colibrí mentón negro	<i>Archilochus Alexndri</i>	2	migratoria
3	Reinita de Wilso	<i>Cardellina pusilla</i>	1	migratoria
4	Jilgero aliblanco	<i>Carduelis psaltria</i>	1	residente
5	Zorzal-rruiseñor pico naranja	<i>Catharus aurantiirostris</i>	1	residente
6	Codorniz cotuí	<i>Colinus virginianus</i>	1	residente
7	Paloma doméstica	<i>Columbia livia</i>	1	migratoria
8	Paloma inca	<i>Columbina inca</i>	2	residente
9	Colibrí de pico ancho	<i>Cynanthus latirostris</i>	3	residente
10	Cernícalo americano	<i>Falco sparverius</i>	2	residente
11	Golondrina	<i>Hirundo rústica</i>	2	residente

12	Verdugo americano	Lanius ludovicianus	1	residente
13	Gorrión de Lincoln	Melospiza Lincolnii	2	migratoria
14	Tordo bronceado	Molothrus aeneus	1	residente
15	Tordo cabecicafé	Molothrus ater	1	residente
16	Tordo común	Molothrus sp	1	migratoria
17	Reinita corona naranja	Oreothlypis Celata	1	migratoria
18	Gorrión doméstico	Passer domesticus	3	migratorio
19	Empavesado de lázuli	Passerina amoena	4	migratorio
20	Picogrueso azul	Passerina caerulea	2	residente
21	Empavesado índigo	Passerina cyanea	11	migratoria
22	Jilguero menor	Spinus psaltria	4	residente
23	Gorrión color arcilla	Spizella pallida	23	migratoria
24	Semillero rabadilla canela	Sporophila torqueola	1	residente
25	Tirano de Cassin	Tyrannus vociferans	1	residente
26	Paloma de alas blancas	Zenaida Asiática	1	residente
27	Paloma de luto	Zenaida macroura	6	residente

Tabla 3. Escala de muestreo según el esfuerzo de monitoreo diario de cada participante activo en el “Proyecto Colisión de aves con ventanas de la ENES León”

Zona monitoreada/edificio	Nombre del voluntario	Licenciatura a la que pertenece	Escala muestreo de 0 a 10 (2019)
Torre Académica	Jazmín Alejandra Franco Romero	Desarrollo y Gestión Interculturales	7 (3 días)

	Noemí Itzayana Ornelas Duarte	Desarrollo y Gestión Interculturales	8 (3 días)
	Paola Stephania Martínez Nila	Desarrollo y Gestión Interculturales	-
	Víctor Manuel Peredo Ramírez	Desarrollo y Gestión Interculturales	9 (2 a 3 días)
	Salma Saraí Meléndez González	Ciencias Agrogenómicas	8 (4 días)
Edificio A	Elisa Milagros Reyes Montes	Desarrollo y Gestión Interculturales	0
	Janette Patricia Martínez Bretón	Desarrollo y Gestión Interculturales	8 (4 días)
	Regina Cruz Aguilar	Desarrollo y Gestión Interculturales	3 (5 jardines, 1 x 2 semana pasillos)
Edificio B	Lilia Carolina Moreles Abonce	Desarrollo y Gestión Interculturales	8 (4 días)
	Anael Olvera Arteaga	Desarrollo y Gestión Interculturales	6 (3 o 4 días)
	Alan Salvador Moreno González	Desarrollo y Gestión Interculturales	-
	Gloria María Ortiz Medina	Desarrollo y Gestión Interculturales	8,5 (3 días)
	Nadia Stephany Hernández Núñez	Desarrollo y Gestión Interculturales	-
	Karla Paola López Araiaza Esparza	Ciencias Agrogenómicas	8 (todos los días por la mañana, 2 días completamente)
Edificio C	Monica Berenice Rodríguez Rendón	Ciencias Agrogenómicas	-
Biblioteca y Centro de computo	Aaron Espinosa Jaime	Ciencias Agrogenómicas	9 (4 días)
	Maria Fernanda	Ciencias	8.5 (5 días)

	Sánchez Sánchez	Agrogenómicas	
	Brenda Azucena Flore Moreno	Ciencias Agrogenómicas	9 (3 o 4 días)
Fisioterapia	Carolina Cervera Torres	Ciencias Agrogenómicas	7 (4 días)
Odontología	Anaíd Eunice Camacho Uriza	Desarrollo y Gestión Interculturales	7 (siempre)
	Cristina Alicia Luckie Duque	Ciencias Agrogenómicas	7 (todos los días)
Todos los edificios	Joaquín Alberto García Reynoso	Ciencias Agrogenómicas	-
	Juan Carlos Serrano	Servicios generales	-
	Maribel Cuevas S.	Secretaría administrativa	-
	Christina Sandoval H.	Superintendente de obras	-
	Leticia García	Sistemas y computo	-

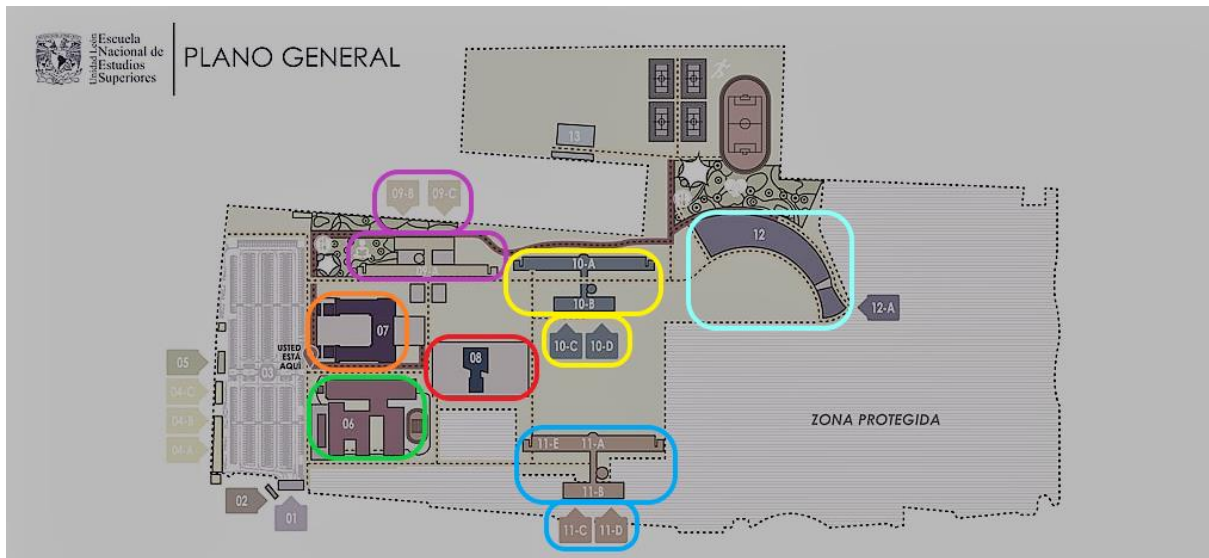


Imagen 1. Zonas del campus universitario designadas para monitorear.

Simbología:

- | | |
|--|--|
| ■ Edificio A1 y A2 (Aulas) | ■ Clínica de Fisioterapia |
| ■ Edificio B1 y B2 (Aulas) | ■ Torre Académica |
| ■ Edificio C1 y C2 (Aulas) | ■ Centro de Información |
| ■ Clínica de Odontología | |



Imagen 2. *Spinus psaltria* (especie residente de la zona). Ejemplo de medición del espécimen encontrado.

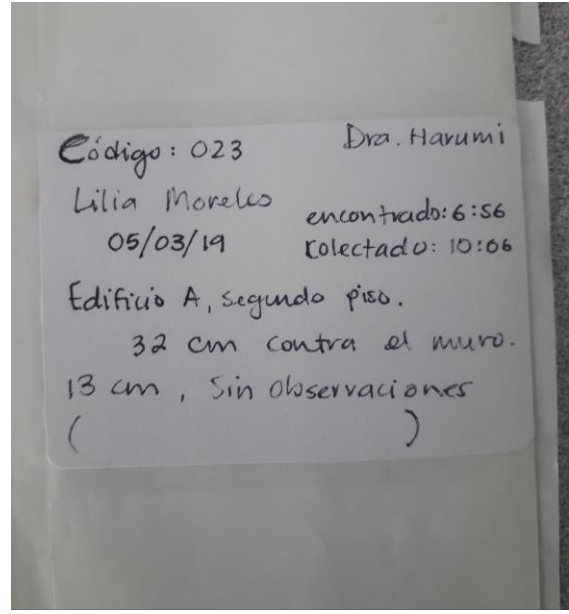


Imagen 3. Ejemplo de etiqueta de identificación con los datos necesarios.



Imagen 4. *Spizella pallida* (especie migratoria de la zona). Foto de ave colisionada contra ventana, con su etiqueta de identificación correspondiente.



Imagen 5. Plano general del campus universitario.²⁵



Imagen 6. Fotografía de una de las caras del edificio B del campus.

Imagen 7. Fotografía de la Torre académica del campus.

²⁵ Recuperada de: <https://enes.unam.mx/instalaciones.html> el 28 de junio de 2021.



Imagen 8. Fotografía propia del reflejo de un ave que colisionó contra una de las ventanas del Edificio B del campus universitario. (14 de agosto de 2019)