

Aproximación Psicosocial al estudio de la calidad del aire:

Ambiente, Salud y Sociedad
de tres zonas de la Megalópolis

Karina Landeros Mugica. Editora





Sociedad Mexicana de Psicología Social, A. C. (SOMEPSO)

Héctor Manuel Cappello García
Presidente Honorario

Manuel González Navarro
Presidente

Ma. Irene Silva Silva
Secretaria de Finanzas

Salvador Arciga Bernal
Secretario de Organización

Jorge Mendoza García
Secretario de Relaciones Públicas

Juan Soto Ramírez
Secretario de Publicaciones

CONSEJO ACADÉMICO, DE INVESTIGACIÓN y ESTUDIOS PROFESIONALES

Salvador Iván Rodríguez Preciado
Pablo Fernández Christlieb
J. Octavio Nateras Domínguez

Aproximación psicosocial al estudio de la calidad del aire: ambiente, salud y sociedad de tres zonas de la Megalópolis



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Los derechos exclusivos de la presente edición quedan reservados para todos los países de habla hispana. Queda prohibida su reproducción, parcial o total, por cualquier medio conocido o por conocerse sin el consentimiento por escrito de los legítimos poseedores de derechos.

Sello editorial: Sociedad Mexicana de Psicología Social (SOMEPSO)

Primera edición: abril, 2025

D. R. © 2025 Karina Landeros Mugica

D. R. © 2025 Sociedad Mexicana de Psicología Social (SOMEPSO)

Altar 55, Col. Prados de Coyoacán, Delegación Coyoacán, C.P. 04810, Ciudad de México, México

Diseño editorial e impresión: TINTA NEGRA EDITORES

Formación: Héctor Astorga

Corrección: Ana M. Cadena

Supervisión de producción: Ernesto Iván Mendoza

Avenida del taller 96-28 Col. Tránsito, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06820 Ciudad de México

tneditores@gmail.com

ISBN libro impreso 978-607-98044-5-9

ISBN libro digital 978-607-98044-6-6

El presente libro ha sido dictaminado de manera positiva por pares académicos ciegos y externos a través del comité editorial de la Sociedad Mexicana de Psicología Social, quien lo liberó para su publicación al cumplir a cabalidad con los requerimientos académicos establecidos en sus Lineamientos Editoriales.

Fecha de recepción: 20 de enero de 2025
Aprobado para publicación: 24 de abril de 2025

Impreso y encuadernado

Hecho en México

Contenido

Presentación	11
Introducción	15
<i>Karina Landeros Mugica</i>	
SECCIÓN I	
LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN TRES ZONAS METROPOLITANAS DE LA MEGALÓPOLIS: CARACTERÍSTICAS, QUÍMICA ATMOSFÉRICA, PROBLEMÁTICA ACTUAL E IMPACTO A LA SALUD	
1. Contaminantes atmosféricos y gestión de la calidad del aire en México	21
<i>Violeta Mugica Álvarez</i>	
2. Tres zonas metropolitanas de la Megalópolis: Valle de México, Valle de Toluca y Cuernavaca	57
<i>Alma Angélica Neria Hernández, Fernando Millán Vázquez y Alhelí Brito Hernández</i>	
3. Epidemiología. Padecimientos asociados a la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca	89
<i>Víctor Manuel Torres Meza, Ignacio Miranda Guzmán, María de Jesús Mendoza Sánchez, Luis Esteban Hoyo García de Alba y Marco Antonio Montes de Oca González</i>	

4. Enfoques metodológicos para el estudio de la contaminación del aire y la salud poblacional: aplicaciones en la Megalópolis 123
Magali Hurtado Díaz, Eunice E. Félix Arellano, Pamela E. Zúñiga Bello, Julio C. Cruz de la Cruz y Horacio Riojas Rodríguez

SECCIÓN II

DIMENSIONES PSICOSOCIALES DE LA CALIDAD DEL AIRE: PERCEPCIÓN DEL RIESGO, ATRIBUCIÓN CAUSAL, POLÍTICAS PÚBLICAS Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

5. Percepción del riesgo como construcción social. Una mirada a la contaminación ambiental 151
Laura Andrea Sánchez de Jesús
6. Diseño, construcción y aplicación de un instrumento de medición para la percepción social de la calidad del aire 179
Karina Landeros Mugica
7. Percepción psicosocial de la contaminación del aire en tres zonas metropolitanas de la Megalópolis: un estudio aplicado 221
Diana I. Angeles Hernández, Saúl O. Sánchez Carmona, José Manuel Meza Cano y Karina Landeros Mugica
8. De la percepción a la conciencia. Construyendo ciudadanía ambiental ante la contaminación 257
Manuel González Navarro y Javier Rincón Salazar

SECCIÓN III

COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA: ACCIONES DE MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN A LA SALUD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

9. Elementos de comunicación para promover conductas responsables por la calidad del aire en la Megalópolis del Valle de México 291
Javier Urbina Soria e Isaías Lara Klahr

10. Comunicación digital para una vida mejor en la Megalópolis: calidad del aire y salud	327
<i>Yadira Alatraste Martínez, Miguel Torres Rodríguez, Óscar Hernández Castillo y María Elena Chávez Solís</i>	
11. La promoción de la salud ante la contaminación atmosférica: una propuesta de diseño participativo de materiales con especialistas de salud de la ZMVT	355
<i>Mario Castillo González, Karina Landeros Mugica y Josue Chispán Ornelas</i>	
12. Enseñanza y divulgación de la ciencia: una experiencia educativa en torno al tema de la contaminación atmosférica en el bachillerato	387
<i>Martha Elena Díaz Murillo y Karina Landeros Mugica</i>	
13. La calidad del aire como punto de encuentro entre el derecho a un ambiente sano y el bienestar en infancias y adolescencias de Toltenco	413
<i>Leslie Alicia González Martínez, Leticia Báez Pérez y Karina Landeros Mugica</i>	
Aprendizajes y conclusiones	445

SECCIÓN III

Comunicación y participación
comunitaria: acciones de mitigación
y protección a la salud frente a la
contaminación atmosférica

Ingresan al torrente sanguíneo pudiendo llegar a otros órganos.

Informarse sobre
niveles de
contaminación

Reducir
uso de automóvil

Metales que pueden
provocar daños en el
sistema nervioso
central o desarrollar

- En: Pure potato is
- In: farinose, white & sweet
- No: sweet potato, dark purple
- Dismal: dark brown, white, yellow
- No: (purple to white)

γ μαθηματικά.

100M-025-5541-2473

2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973	1972	1971	1970	1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	1939	1938	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1931	1930	1929	1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1920	1919	1918	1917	1916	1915	1914	1913	1912	1911	1910	1909	1908	1907	1906	1905	1904	1903	1902	1901	1900	1899	1898	1897	1896	1895	1894	1893	1892	1891	1890	1889	1888	1887	1886	1885	1884	1883	1882	1881	1880	1879	1878	1877	1876	1875	1874	1873	1872	1871	1870	1869	1868	1867	1866	1865	1864	1863	1862	1861	1860	1859	1858	1857	1856	1855	1854	1853	1852	1851	1850	1849	1848	1847	1846	1845	1844	1843	1842	1841	1840	1839	1838	1837	1836	1835	1834	1833	1832	1831	1830	1829	1828	1827	1826	1825	1824	1823	1822	1821	1820	1819	1818	1817	1816	1815	1814	1813	1812	1811	1810	1809	1808	1807	1806	1805	1804	1803	1802	1801	1800	1799	1798	1797	1796	1795	1794	1793	1792	1791	1790	1789	1788	1787	1786	1785	1784	1783	1782	1781	1780	1779	1778	1777	1776	1775	1774	1773	1772	1771	1770	1769	1768	1767	1766	1765	1764	1763	1762	1761	1760	1759	1758	1757	1756	1755	1754	1753	1752	1751	1750	1749	1748	1747	1746	1745	1744	1743	1742	1741	1740	1739	1738	1737	1736	1735	1734	1733	1732	1731	1730	1729	1728	1727	1726	1725	1724	1723	1722	1721	1720	1719	1718	1717	1716	1715	1714	1713	1712	1711	1710	1709	1708	1707	1706	1705	1704	1703	1702	1701	1700	1699	1698	1697	1696	1695	1694	1693	1692	1691	1690	1689	1688	1687	1686	1685	1684	1683	1682	1681	1680	1679	1678	1677	1676	1675	1674	1673	1672	1671	1670	1669	1668	1667	1666	1665	1664	1663	1662	1661	1660	1659	1658	1657	1656	1655	1654	1653	1652	1651	1650	1649	1648	1647	1646	1645	1644	1643	1642	1641	1640	1639	1638	1637	1636	1635	1634	1633	1632	1631	1630	1629	1628	1627	1626	1625	1624	1623	1622	1621	1620	1619	1618	1617	1616	1615	1614	1613	1612	1611</
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

Fotografía: Oscar Hernández Castillo

CAPÍTULO 12

Enseñanza y divulgación de la ciencia: una experiencia educativa en torno al tema de la contaminación atmosférica en el bachillerato

Martha Elena Díaz Murillo

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Karina Landeros Mugica

Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

El análisis y la atención de los problemas ambientales de un país, además del punto de vista científico y ecológico, debe involucrar la capacidad que posee el componente humano de modificar el ambiente y su conocimiento de las causas y consecuencias producidas a corto y largo plazo. Un problema como calidad del aire no solo se atiende con redes de monitoreo y contingencias ambientales, en un sentido más complejo involucra una visión de protección a la salud y de cambios en el comportamiento. La participación ciudadana es necesaria, y para fortalecerla se puede involucrar a la sociedad civil por medio de políticas públicas, pero también mediante programas de educación formal.

Es por lo anterior que las entidades educativas a todo nivel deben contemplar dentro de sus planes educativos el desarrollo de competencias enfocadas en el autocontrol y el aprendizaje autónomo, así como la implementación de metodologías

de enseñanza centradas en el aprendiente y congruentes con las características del entorno ambiental, social y económico de los individuos. Es importante generar espacios amplios de participación, donde se propongan, discutan y promuevan iniciativas o respuestas a las necesidades ambientales a escala local y con miras a que sirvan de base para la resolución de problemáticas ambientales emergentes a nivel regional, nacional y global. Ahora bien, ¿cómo podemos lograr esto?

Este capítulo presenta un enfoque didáctico y teórico que involucra elementos como el contexto, las estrategias metodológicas y las reflexiones de una experiencia pedagógica activa a nivel de bachillerato para la enseñanza de la ciencia, con el propósito de conseguir una divulgación más asertiva en torno al tema de la contaminación atmosférica. Se desarrolló un taller dentro del programa curricular de formación en bachillerato técnico, en el que se implementaron y combinaron estrategias de aprendizaje autónomo y significativo, actividades lúdicas y la interacción con científicos expertos de distintas disciplinas para promover habilidades de pensamiento, destrezas, actitudes, valores y terminología científica, al igual que conocimientos de la contaminación atmosférica. Lo anterior con el propósito de que el alumnado se apropie del conocimiento y genere nuevos esquemas mentales que les guíen en la toma de decisiones, en *pro* del cuidado de su salud.

12.1 ENFOQUE TEÓRICO-DIDÁCTICO Y ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL CURRÍCULO DE BACHILLERATO

Es importante reconocer que la educación enfrenta constantes retos al contribuir en la formación de las nuevas generaciones. Por un lado, están las innovaciones tecnológicas de información y comunicación que han generado una transformación en el paradigma educativo; por el otro, nos enfrentamos a la apatía en el aula que se refleja en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Dentro de este panorama debe incluirse la divulgación científica, especialmente la de la contaminación atmosférica, un tema que, pese a que está plagado de términos y fórmulas muy complejas para el común de la sociedad, resulta de notable relevancia social por su relación con la salud pública y la calidad de vida.

Las tecnologías de la comunicación han llevado a la humanidad a tener acceso a una diversidad de conocimientos sin precedentes, lo que puede considerarse uno de los principales recursos con los que se cuenta para contrarrestar la destrucción de los recursos naturales del planeta. Sin embargo, la mayoría de la información hace referencia al conocimiento científico sobre los temas ambientales y a promover un sentimiento de conciencia y deber de acción. Investigaciones han encontra-

do que el saber o el tener conciencia puede relacionarse con la intención de hacer, pero que esto no siempre se traduce en comportamientos; debido a ello es que los esfuerzos de la educación ambiental deben dirigirse hacia la construcción de un sentido de apropiación y de empoderamiento vinculado a la acción ciudadana responsable con el ambiente (Hungerford y Volk, 1990).

Para lograr que el conocimiento ocupe el papel indicado se necesita la construcción de una nueva metodología educativa que centre el currículo en el educando, particularmente en el desarrollo de sus competencias; de esta manera se obtiene una congruencia entre lo individual y lo social en los aspectos cognoscitivo, afectivo y psicológico, y se fortalece la capacidad adaptativa al entorno generado en los últimos años (Chamizo, 2017). Un mejor aprendizaje se logra cuando se tienen experiencias significativas y se participa activamente en la solución de problemas ambientales; de esta manera se desarrollan competencias y habilidades para enfrentar problemas ambientales. La educación ambiental que trasciende las aulas impulsa a los jóvenes a convertirse en agentes de cambio de sus comunidades (Espejel y Flores, 2012).

Para integrar la dimensión ambiental en la educación formal se pueden retomar estrategias como la observación del entorno, experiencias hacia la concientización, evaluación de información para la toma de decisiones, por mencionar algunas; estas alternativas, junto a experiencias contextualizadas en el ambiente local y una aproximación interdisciplinar de los problemas ambientales, motivarán a los estudiantes a identificarse como posibles promotores del cuidado ambiental y del desarrollo sustentable (Coronel y Nuñez, 2015).

Se han identificado algunos componentes críticos de la educación ambiental que pueden contribuir al cambio de comportamiento de los estudiantes. En este sentido, la educación debe ofrecer conceptos ecológicos significativos; fomentar la sensibilidad ambiental y el cuidado por el ambiente; proporcionar conocimiento profundo sobre los desafíos ambientales actuales; desarrollar habilidades analíticas y ciudadanas para la resolución de problemáticas ambientales; y promover la autoeficacia de los estudiantes para un cambio positivo (Hungerford y Volk, 1990).

Es indispensable contar con nuevas estrategias didácticas para la comprensión y atención del deterioro ambiental. En la educación ambiental se pueden incorporar estrategias como el trabajo grupal, la vinculación de la teoría con la práctica, el aprendizaje significativo, la solución de problemas, y una práctica integradora con la comunidad que propicie la participación y el compromiso social (Coronel y Nuñez, 2015; Morachimo, 1999).

A partir de lo planteado anteriormente, la experiencia pedagógica descrita en este capítulo nace como una propuesta frente a la necesidad, dentro de las aulas y

la sociedad, de construir un aprendizaje significativo a través del cual cada ciudadano pueda comprender la contaminación atmosférica y sus efectos de una forma clara, precisa y sencilla, sin caer en errores causados por la proliferación de la desinformación, la precipitación informativa, la mitomanía o el mal uso de la información científica; de este modo, los ciudadanos serán capaces de tomar decisiones acertadas para su salud y la de su comunidad. Por otro lado, la participación de los adolescentes en este taller favorece el desarrollo de una conciencia ambiental, promueve el trabajo cooperativo, la responsabilidad social y la conciencia ciudadana; en paralelo, permite adquirir conocimientos y competencias científicas a través de actividades lúdicas y participativas.

12.1.1 Estrategias metodológicas en la educación ambiental. Modelo interactivo de aprendizaje sobre calidad del aire y salud

Reconociendo que las instituciones generalmente trabajan con esquemas educativos tradicionales, en los que se dificulta un conocimiento interactivo, se propone un modelo que busca enseñar a aprender y a comprender conocimientos de orden superior considerando el entorno social y partiendo de una motivación intrínseca y del trabajo cooperativo. Este modelo comprende un conjunto de teorías y tipos de aprendizajes (autoaprendizaje, aprendizajes interactivos, aprendizaje colaborativo) que permiten apropiarse más eficientemente de temas tan complejos por su terminología como la educación científica. En los últimos años se ha integrado en los programas educativos el enfoque de aprendizaje por competencias, cuyo propósito es promover una postura más consciente y activa frente a la situación socioambiental actual. En paralelo, se promueve la ecociudadanía, una práctica ética orientada a una convivencia con el ambiente desde la acción colectiva (Bello, 2019).

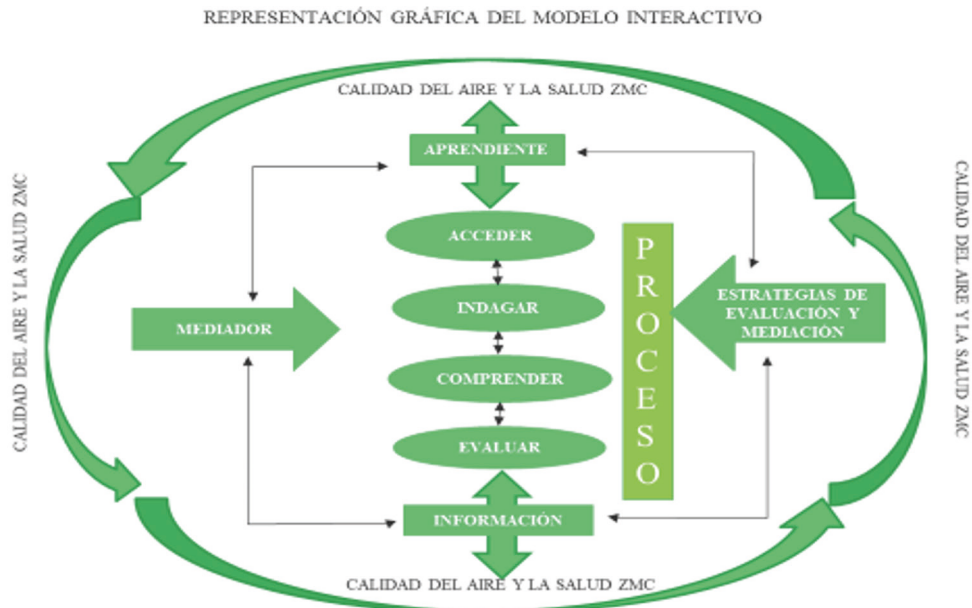
Los programas ambientales son una gran estrategia que debe integrarse en las escuelas para que los estudiantes se motiven, conozcan e informen de problemáticas ambientales de su entorno; por ejemplo, el de la contaminación atmosférica en las zonas metropolitanas, que se ha convertido en un importante problema ambiental y de salud en los últimos años. Estos programas fomentan la experimentación y la interacción y, con ello, el desarrollo de capacidades personales frente a cuestiones ambientales; a través de sus actividades, se adquieren conocimientos ambientales, se identifican problemas en su contexto, se construye una mayor con-

ciencia ambiental, se valora el cuidado de los recursos, y se promueve la acción colectiva (Espejel y Flores, 2012).

Desde un enfoque constructivista se considera que se aprende mejor de manera activa, por medio de experiencias directas, utilizando los sentidos, con base en aprendizajes previos, reconociendo las características y preferencias particulares. La educación ambiental, desde una perspectiva constructivista, sostiene que un modelo pedagógico surge de teorías, principios y paradigmas que lo fundamentan; y está conformada por lineamientos establecidos para intervenir en un contexto educativo particular. Esta herramienta teórica-práctica debe ser flexible para adaptarse al contexto y los intereses particulares de los estudiantes (Romero y Moncada, 2007).

Romero y Moncada (2007), por ejemplo, hacen una propuesta educativa de un modelo en dos niveles: uno conceptual y uno metodológico. El nivel conceptual retoma principios orientadores que guiarán el proceso (mentalidad planetaria, ecocentrismo, saber ambiental, ecoalfabetización y sustentabilidad); incorpora las bases conceptuales de la problemática ambiental de interés (describir, soluciones y aspectos sociales); considera el contexto legal de la educación ambiental (acuerdos, convenios, leyes y normas); y se fundamenta en un paradigma y enfoque específico (interdisciplina, constructivismo, complejidad). El nivel metodológico establece la manera en que el modelo puede desarrollarse a partir de cinco elementos: las necesidades y expectativas de los alumnos (intereses, temas, problemáticas); el desarrollo didáctico (estrategias de enseñanza y evaluación); los lineamientos curriculares (nivel educativo, plan de estudio y programa en el que se inserta); un docente o educador ambiental (académico y con experiencia en temas ambientales); y una propuesta de evaluación (revisión constante, ajustes).

Retomando lo anterior, se propone utilizar un modelo interactivo de aprendizaje para el taller, a través del cual todos los participantes se involucren constantemente en su proceso de aprendizaje y la comunicación sea una parte importante en la construcción del conocimiento (figura 12.1). Este modelo implica un proceso en el que el aprendiente tiene acceso a los conceptos de conocimiento e indaga y cuestiona estos; más tarde, se evalúa si el aprendiente logra una comprensión y se identifica la información que ha adquirido. Estas experiencias no se dan de manera lineal, la relación entre ellas es bidireccional e incluso pueden suceder de manera simultánea dentro del proceso.

Figura 12.1. *Modelo interactivo de aprendizaje sobre calidad del aire y salud*

Fuente: elaboración a partir de Díaz Murillo (2003).

En esta experiencia pedagógica se tiene el propósito de desarrollar competencias para la divulgación asertiva de temas científicos, para ello se implementaron diversas estrategias didácticas que serán descritas posteriormente. A lo largo de las sesiones se exploraron conceptos previos sobre contaminación atmosférica y salud; se desarrollaron actividades reflexivas y dinámicas para poner en práctica lo aprendido; se promovió la retroalimentación; y se motivó el trabajo colectivo.

12.2 DEL MODELO DIDÁCTICO A LA ESTRATEGIA DE ACCIÓN.

DISEÑO DE UN TALLER SOBRE CALIDAD DE AIRE Y SALUD EN UN BACHILLERATO DE CUERNAVACA

En el marco de la educación contemporánea, es indispensable promover en las aulas el análisis de los problemas ambientales a los que nos enfrentamos. Como ya se ha argumentado, la educación debe transitar de la transmisión de conocimientos a la promoción de un pensamiento crítico y reflexivo que permita a los aprendi-

ces poner en práctica los saberes adquiridos. En este sentido, al hablar de contaminación del aire se debe tener un enfoque integral y global; retomar los aspectos químicos, ambientales, económicos, políticos y sociales involucrados; promover una conciencia sustentable; y fomentar una toma de decisiones informada. Los educadores tienen la responsabilidad de incorporar el principio de sustentabilidad en la práctica docente y de contribuir a formar ciudadanos conscientes y preparados para una toma de decisiones responsable (España y Prieto, 2009; Vilches y Gil, 2008).

En México, durante la década de los años noventa se integra la educación ambiental en el currículo educativo y se reconoce su vinculación con la vida social, política y económica del país. A partir del año 2000 se puede reconocer un incremento en la presencia del tema en la educación formal, además de que se reconoce la complejidad de los problemas ambientales y el impacto que tiene en la salud humana, así como la necesidad de la participación ciudadana y comunitaria para su atención. A partir del 2021 se establece una colaboración entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Educación Pública (SEP) para diseñar programas de educación ambiental en instituciones educativas oficiales de todos los niveles de educación (Gobierno de México, 2021).

Durante las últimas décadas y desde diferentes instancias se han generado estrategias hacia la sostenibilidad. En diferentes sectores –academia, gobierno y sociedad civil– se han desarrollado programas, proyectos, acciones y materiales para promover la educación ambiental de temas como agua, aire, cambio climático y consumo de energía. Al hablar específicamente de contaminación atmosférica, existen pocos programas dentro de la educación formal. Se puede resaltar el eje B de la estrategia de comunicación del ProAire, que busca fomentar la participación ciudadana para disminuir las emisiones contaminantes, por ejemplo, por medio de actividades para la educación formal y no formal (ver capítulo 9, tabla 9.5).

Fuera del contexto mexicano se puede retomar el trabajo de Cobos y Ruz (2014), quienes estudian el aprendizaje de adolescentes de 16 a 18 años sobre la calidad del aire en la ciudad; sus resultados evidencian la importancia de incorporar esta problemática en la educación formal. A través de su estudio se fortalecieron competencias como la investigación, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y las habilidades ciudadanas; y, con ello, los autores concluyen que la calidad del aire debe ser un tema prioritario en todos los niveles educativos, debido al impacto que esta tiene en la salud, el bienestar y la calidad de vida de las personas.

Como se menciona en la Sección I de este libro, la calidad del aire es un tema complejo y que requiere atención desde distintas perspectivas; el componente social como causa e impacto hace necesaria la búsqueda de espacios para la educa-

ción y concientización de la población. La educación media superior es un espacio ideal para promover la conciencia socioambiental y la acción sustentable; e implica la posibilidad de fortalecer las habilidades necesarias para formar ciudadanos activos y comprometidos con la construcción de un futuro más sostenible. De esta manera, la educación puede realizar proyectos prácticos, la colaboración con expertos y la sensibilización de la comunidad estudiantil para comprender y atender el problema de calidad del aire en su contexto.

12.2.1 Descripción del contexto. Escuela de Técnicos Laboratoristas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos

El estado de Morelos forma parte de la concentración urbana más grande del país, denominada “Megalópolis”, y que está conformada por siete estados del centro del país. La ciudad de Cuernavaca es la capital del estado de Morelos, y con otros siete municipios que la rodean conforman la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC); esta zona presenta una problemática importante en materia de calidad del aire causada por las emisiones generadas por las actividades antropogénicas de los municipios que la integran. En particular, Cuernavaca es una ciudad que ha crecido en las últimas décadas y, a pesar de que no se tiene una red de monitoreo, se han hecho estudios que demuestran que en ella se tiene una mala calidad del aire (para ver más detalles de esto puede consultarse el capítulo 2 del presente libro).

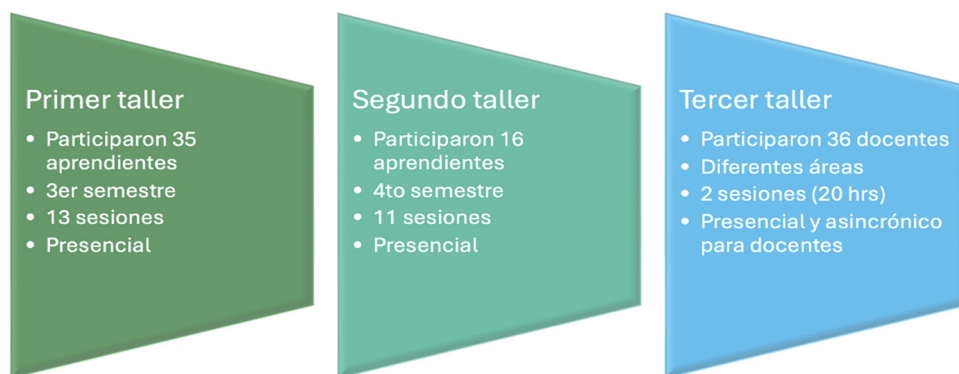
Las condiciones ambientales y sociales de Cuernavaca hacen que la mala calidad del aire sean un riesgo importante para sus habitantes. Sin embargo, la falta de una red de monitoreo y de programas y políticas públicas locales ha derivado en una falta de acción tanto por el sector gubernamental como por el social. Independientemente de esto, representa un riesgo para la salud y calidad de vida de sus habitantes. Es bien sabido que la emisión de contaminantes está asociada a los estilos de vida humanos, por lo tanto, su mitigación depende de patrones de consumo y hábitos más sustentables. Una forma de promover dichas acciones es por medio de la educación ambiental, ya sea en ambientes formales o no formales.

Específicamente, los jóvenes estudiantes de bachillerato están en una etapa de desarrollo en la cual se culmina la formación de valores y actitudes ambientales; por otro lado, tienen en sus manos la posibilidad de mejorar las condiciones ambientales y de calidad de vida al adoptar hábitos responsables con el medio ambiente. La educación dentro del aula es fundamental en la conformación de dichos valores y actitudes; esto reafirma que es imperante y relevante incluir en los planes de estudio temáticas ambientales con una perspectiva de ciudadanía y sustentabilidad. Debido a ello es que se elige a estudiantes de bachillerato como población

objetivo del taller aquí propuesto; específicamente dentro de una institución perteneciente al sistema de educación pública.

El taller tuvo lugar en el Bachillerato Escuela de Técnicos Laboratoristas de la Universidad Nacional Autónoma del Estado de Morelos [<https://www.tecnicoslaboratoristas.mx/>]. Es un bachillerato bivalente con seis carreras técnicas: Laboratorista Clínico, Industrial y en Control de Calidad, Química en Alimentos, Electrónica Digital, y Tecnologías Ambientales. Su plan de estudios se integra de cuatro semestres de tronco común y dos semestres de formación profesional técnica. Como parte de la formación integral del alumnado se incluyen actividades extracurriculares, a modo de taller, en los ejes científico, cultural, deportivo y tecnológico; el taller propuesto se integró como actividad del eje científico. El programa del taller se aplicó durante dos semestres consecutivos, se contó con la participación de 35 estudiantes de tercer semestre y 16 de cuarto semestre, con edades de entre los 15 y los 18 años. Cabe mencionar que se hizo una versión adaptada y dirigida para docentes del bachillerato (figura 12.2).

Figura 12.2. *Talleres Calidad del aire y salud en la Zona Metropolitana de Cuernavaca*



Fuente: elaboración propia.

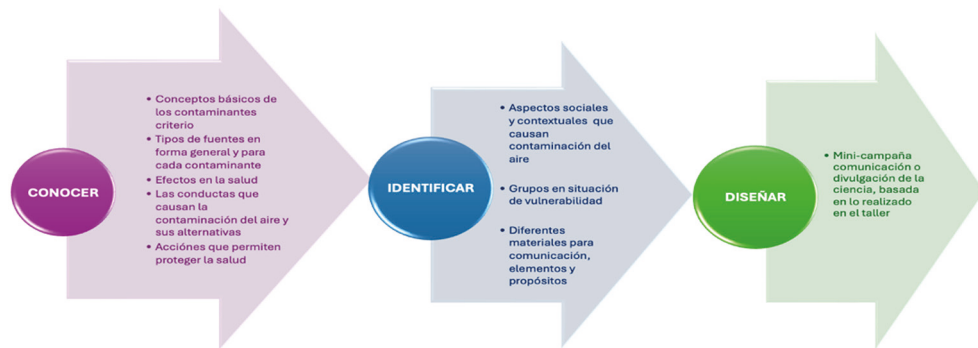
12.3 CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DEL TALLER CALIDAD DEL AIRE Y SALUD EN LA ZONA METROPOLITANA DE CUERNAVACA

La experiencia pedagógica abordada en este apartado parte de tener vivencias significativas; la escuela, en su labor pedagógica, debe poner en contacto al estudiante

con el medio natural y los problemas ambientales de su comunidad. La interacción con situaciones reales, más allá de las experiencias contadas en el aula, contribuye a un manejo y aplicación más asertivo de los conceptos. Los programas ambientales diseñados y ejecutados por estudiantes de bachillerato pueden contribuir a que los estudiantes desarrollen conocimientos, valores, habilidades y competencias para conservar su ambiente, mitigar problemas ambientales y fomentar un cambio en las conductas de la población con respecto del medio que le rodea. Persigue también la adopción de prácticas saludables y de protección tanto para el estudiantado como para su entorno familiar y social, a fin de disminuir los efectos de la contaminación atmosférica.

El taller se denominó *Calidad del Aire y Salud en la Zona Metropolitana de Cuernavaca* y tuvo como objetivo general sensibilizar a las y los estudiantes sobre el tema de contaminación atmosférica y salud, el papel de los adolescentes en su atención y la promoción de acciones para prevención, protección y atención. En la Figura 12.3 se describen los objetivos específicos.

Figura 12.3. *Objetivos específicos del Taller Calidad del aire y salud en la ZMC*



Fuente: elaboración propia.

Para dirigir las sesiones, la participación del personal experto en el tema de contaminación atmosférica, salud ambiental, y psicología ambiental, expone al alumnado a una infinidad de experiencias y prácticas que van más allá del trabajo cotidiano en el aula. Es conocido que, en el dominio específico de un tema, la persona especialista ya ha adquirido las competencias y habilidades necesarias y, por lo tanto, las puede compartir con la terminología apropiada y de forma más precisa. Sin embargo, se debe evitar el uso de lenguaje muy técnico y partir de la ejem-

plificación de situaciones para explicar los diferentes términos, así como del uso de sinónimos y del intercambio de cuestionamientos con los aprendientes.

Para alcanzar los objetivos los docentes deben elegir las estrategias adecuadas, pensando en el perfil de los estudiantes, la temática que se abordará y, por supuesto, el objetivo del taller. En educación ambiental se han utilizado estrategias como la asistencia a conferencias, las discusiones dirigidas, la proyección de videos, el análisis de lecturas, las investigaciones de temas, las consultas en la web, la creación de proyectos, las salidas de campo, las visitas guiadas, la aplicación de entrevistas sobre temas ambientales, la toma de decisiones, los mapas mentales, “mi huella ecológica”, los juegos de roles y, asimismo, los cuentos y juegos.

En cuanto a las estrategias de evaluación, se pueden mencionar los seminarios, los mapas mentales, los informes, los periódicos los murales, las revistas, los ensayos, los ejercicios de análisis, las resoluciones de problemas, los reportes de proyectos, las historietas, los cuentos, las representaciones esquemáticas de tópicos asignados y las asignaciones vía correo electrónico (Gómez y Rosales, 2000; Ponte, 2000).

12.3.1 Estrategias de enseñanza para la educación ambiental sobre la calidad del aire y su impacto en la salud

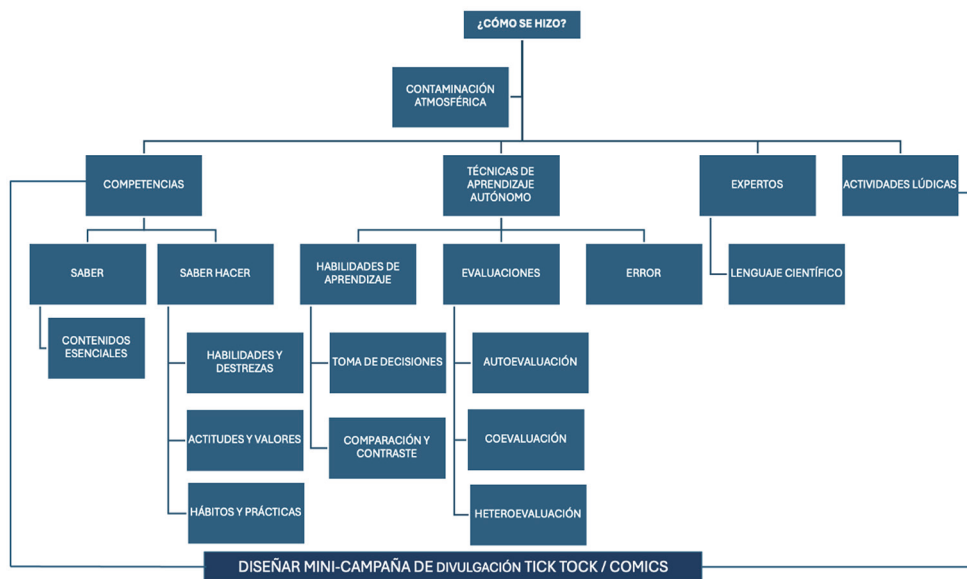
Al hablar de estrategias, nos referimos al conjunto de habilidades coordinadas que se necesitan para alcanzar un objetivo. En la educación ambiental, las estrategias didácticas se definen como una serie de actividades estructuradas y planeadas para promover conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para cuidar el medio ambiente. Proporcionan al docente un marco metodológico que guía y facilita un aprendizaje significativo; deben ser intencionales, planificadas, flexibles y diversas.

Es recomendable que estas estrategias se adapten a las necesidades de los estudiantes y se vinculen con experiencias ambientales reales; por otro lado, deben ayudar a la motivación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas por parte del estudiante. Las estrategias tienen una estrecha relación con la evaluación, debido a que implican recolectar información durante el proceso de enseñanza (Pardo *et al.*, 2024).

El proceso de enseñanza-aprendizaje se inició desde un enfoque didáctico y teórico donde se plantearon estrategias metodológicas (figura 12.4) orientadas al desarrollo de competencias para efectuar una divulgación asertiva sobre la calidad del aire, su problemática e inferencias que como individuos tenemos sobre la misma. Cabe resaltar que durante todo el proceso se reflexionó sobre cada etapa realizada y su finalidad, por ende, los objetivos planteados se basaron en la adqui-

sición de conocimientos o conceptos básicos, y tipos de fuentes tanto generales como particulares. Además, de los efectos en la salud y las conductas que causan. También, se trataron de identificar aspectos contextuales y sociales al igual, que los grupos vulnerables.

Figura 12.4. Estrategias de enseñanza-aprendizaje de los talleres



Fuente: elaboración propia.

En el taller de calidad de aire y salud la construcción del aprendizaje involucró diferentes estrategias didácticas y herramientas de enseñanza que permitieron complementar y/o reforzar el conocimiento sobre la atmósfera, contaminación, contaminantes, problemas de salud y posibles soluciones. En la sesión introductoria se utilizaron dinámicas de integración entre estudiantes y docentes, estableciendo acuerdos para el taller; también se implementó la técnica Phillip, que consiste en dividir un grupo grande en subgrupos de seis personas para discutir un tema durante seis minutos.

Para promover la identidad del equipo y fomentar un vínculo de colaboración, se les pidió que eligieran un nombre, un logotipo y un lema. La relevancia de esta estrategia es reflexionar sobre la importancia del trabajo en equipo y los beneficios del trabajo colaborativo. Se aplicó un cuestionario con la finalidad de conocer

su percepción de los problemas ambientales y la calidad del aire en la ZMC (versión reducida y adaptada del cuestionario presentado en el capítulo 6). Además, se utilizaron diversas estrategias e enseñanza-aprendizaje, las cuales se describen a continuación.

Se utilizaron actividades como *sopa de letras* y *crucigramas* que permitieron identificar palabras claves y reforzar el conocimiento adquirido en las sesiones. Como este tipo de actividades suelen considerarse pasatiempos, contribuyen a que los aprendientes se apropien del vocabulario con mayor facilidad, estimulando sus mentes de formas más amigables y recreativas y, con ello, reforzando la memoria en torno al tema propuesto. En la etapa final de las sesiones, y acorde con cada temática, se utilizó la habilidad de comparación y contraste utilizando *cuadros comparativos* para medir el avance, profundización y estructurar el aprendizaje alcanzado.

Mediante el análisis de *infografías* se pudo realizar un acercamiento a características específicas de cada contaminante criterio, a las fuentes de emisión, los daños a la salud, las recomendaciones y los límites permisibles según la Norma Oficial Mexicana; estas actividades también permitieron poner a prueba la pertinencia y utilidad de estos materiales para una población de estudiantes de educación medio superior (el contenido de estas infografías puede consultarse en el capítulo 10). Se implementó también el uso de una *bitácora* o diario de campo, un instrumento muy conocido en el ámbito científico que permite registrar de manera descriptiva las observaciones, las reflexiones de las actividades y los sucesos dados dentro del aula y fuera de ella, con la finalidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos y vincularlos con su entorno. También se utilizaron las coevaluaciones para promover la retroalimentación entre pares.

Se organizaron pláticas y exposiciones de docentes o expertos, quienes utilizaron con frecuencia gráficos, fotografías, diagramas e ilustraciones para poder transmitir el conocimiento. Esta estrategia también contribuye al desarrollo de competencias relacionadas con la presentación y análisis de la información científica. Por otro lado, en el primer taller se hizo una visita al centro de monitoreo ambiental, en el Centro de investigaciones Químicas (CIQ); esta actividad facilitó a cada uno los participantes del taller identificar y familiarizarse con cada uno de los equipos (Hi-vol, mini-vol, partisol y de PM1) que se utilizan para realizar los estudios sobre monitoreo y muestreo ambiental. Posteriormente, pudieron observar filtros de diferentes materiales (cuarzo, teflón y mixtos, tanto limpios como colmados). Esta visita permitió vivenciar todo el proceso de captura, análisis e identificación de contaminantes criterio. De igual manera, en el segundo taller se tuvo otra visita guiada, pero a la estación de monitoreo Cuernavaca 01, al igual que en la otra visita, se invitó a los alumnos analizar, conocer y manipular diferentes equi-

pos de muestreo facilitándoles mejor la comprensión del proceso de recolección de partículas, así como también a observar los filtros utilizados.

Entre las estrategias educativas utilizadas, que también han demostrado ser muy útiles y complementarias con el desarrollo de competencias, podemos mencionar el juego y las actividades lúdicas (Alonso, 2021). En primer lugar, estas estrategias contrarrestan la apatía y refuerzan el conocimiento, aprendiendo a ser y a hacer. En segundo lugar, estimulan la creatividad, la solución de problemas, y permiten la innovación para enfrentar los retos reales planteados en su ambiente. Estas estrategias también ayudan a perder el miedo a equivocarse, lo cual es muy importante porque cambia el paradigma educativo y se vuelve un potenciador del aprendizaje. Bajo dicha premisa, las dinámicas y juegos permitieron explorar los conocimientos adquiridos, revisar las inquietudes y reforzar los aprendizajes. Para el taller de docentes se utilizaron estrategias similares pero con énfasis en la práctica docente; no se realizó la visita a una estación de monitoreo por falta de tiempo.

12.3.2 Actividades de aprendizaje sobre la calidad del aire y su impacto a la salud

Se implementó un amplio grupo de actividades enfocadas en desarrollar las competencias y la construcción significativa de conceptos, con el propósito de que el alumado maneje y aplique de forma asertiva el conocimiento adquirido (ver tabla 12.1).

Tabla 12.1. *Actividades enfocadas en el desarrollo de competencias y autoaprendizaje*

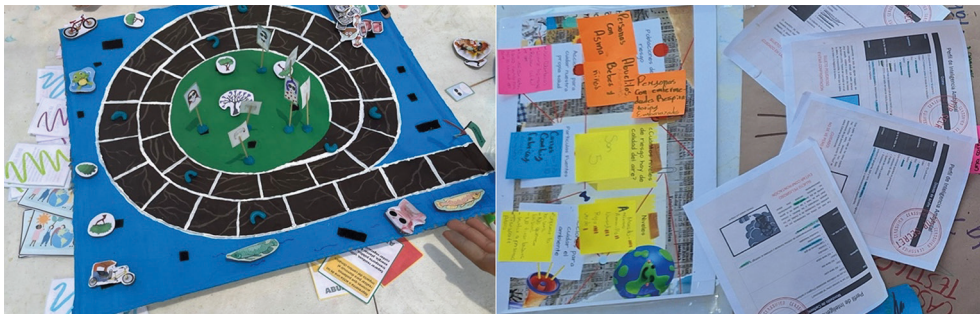
Momentos de aprendizaje	Estrategias, actividades e instrucciones de aprendizaje	Espacios didácticos
Actividades de introducción	- Actividad cognitiva con el desarrollo de la guía S.Q.A. sobre el tema. - Se conforman pequeños equipos acorde con el trabajo anexo. - Socialización en gran grupo de los resultados obtenidos en cada equipo y se tendrán en cuenta los términos relacionados con la contaminación (explicación de términos). - Actividad: prefiguración de la habilidad “comparación y contraste” y de su procedimiento implícito, para realizar conciencia de este. - Se escribirá en el tablero las palabras “comparar y contrastar”, se procede a establecer sinónimos y antónimos, con ayuda del grupo. Posteriormente se definirá la habilidad y se solicitará ejemplos donde se haga uso de esta. Se analizan los beneficios que nos permite la habilidad y para que la utilizamos tanto en la vida diaria como en el taller. - Realizarán actividad sobre la atmósfera y sus contaminantes donde se aplicará la habilidad de comparar y contrastar. Se extraen conclusiones que informará el relator.	Individual
		Equipos
		Gran grupo
		Mediador y/o conferencista
		Aprendizaje individual
		Equipos
		Gran grupo

Momentos de aprendizaje	Estrategias, actividades e instrucciones de aprendizaje	Espacios didácticos
Actividad de desarrollo	• Consultarán en periódicos, medios de comunicación y su comunidad sobre la contaminación. • Representarán con gráficos o diferentes medios lo consultado. • Socializarán la información y concluirán.	Individual Equipos Gran grupo
Actividades de Culminación y Evaluación	• Se da cierre integrando los conceptos. • Aplicación del aprendizaje significativo por medio de la elaboración de un mapa de conceptos sobre el tema visto. • Autoevaluación de la actividad de consulta. Anexo. • Autoevaluación del proceso de aprendizaje de la sesión. Anexo.	Aprendizaje individual Equipo Gran grupo Individual
Materiales Pedagógicos	• Prefiguración de la habilidad de comparación y contraste. • Formato S.Q.A. • Imágenes de las capas de la atmósfera, los contaminantes y las afectaciones al ambiente. • Guía de conformación de pequeños grupos. • Mapas conceptuales.	

Fuente: elaboración propia. Para más detalle consultar la página web <https://atmosferaysalud.azc.uam.mx/>

Se implementó una serie de juegos, como *La trivia*, juego de mesa creado específicamente para el contexto mexicano, y que permitió realizar una integración temática de conocimientos de la contaminación del aire y salud. Otro juego elaborado fue *¿Quién es el culpable?*, en el que los aprendientes utilizaron infografías sobre los contaminantes criterio (ver capítulo 10) y sus apuntes de clase, para analizar estudios de casos sobre problemáticas ambientales y de la salud que sufren habitantes de la ZMC; el objetivo del juego es poder identificar al culpable (causante) de dicha problemática y generar recomendaciones para los protagonistas de los casos, tanto para la protección de la salud y como del entorno. Estas actividades fueron creadas especialmente para estos talleres, para posibilitar que las y los participantes determinaran y establecieran con mayor sencillez y significancia las fuentes de contaminantes en el hogar, el colegio y en la comunidad (figura 12.5).

Figura 12.5. Imágenes de los juegos elaborados y utilizados en los talleres con estudiantes de bachillerato



Fuente: elaboración propia. Para más detalle consultar la página <https://atmosferaysalud.azc.uam.mx/>

Otro juego utilizado es *El Ahorcado*, en este juego se empleó una fotografía y los espacios de cada letra para adivinar el nombre de cada uno de los problemas ambientales. Por su parte, los estudiantes crearon material didáctico sobre las capas de la atmósfera utilizando hojas de acetatos, colores, pintura, etc, donde plasmaron en diferentes tamaños la visión particular de las capas, pausas y características de la atmósfera. Al igual, se utilizó la plataforma de youtube para ver explicaciones sobre el ciclo de Chapman y así relacionarlo con lo explicado por un especialista; también se proyectó un stop motion, y un video (experimento) denominado “atrapando partículas” con su respectivo cartel que permite diferenciar los tamaños de las partículas PM_{10} , $PM_{2.5}$ y PM_1 , y compararlas con elementos de la vida cotidiana como el polen o un glóbulo rojo. Todo lo anterior, permitió visualizar la problemática atmosférica y su efecto en la salud. También se utilizaron varias de las actividades y juegos aquí descritos en el taller de docentes.

12.3.3 Estrategias de evaluación para la educación ambiental sobre la calidad del aire y su impacto en la salud

Se utilizaron diferentes estrategias de evaluación educativa. Primero podemos mencionar las autoevaluaciones, las cuales representan una buena oportunidad para que el estudiante compruebe por sí mismo el resultado de su actuar antes de someterse a un examen externo (Arredondo *et al.*, 2010). Se realizaron evaluaciones durante las sesiones y dentro de cada equipo; en los proyectos elaborados se buscó identificar la apropiación y transmisión adecuada de la terminología y del tema de contaminación atmosférica. Es importante enfatizar que el propósito

del taller es la asimilación del tema de contaminación atmosférica, el cambio de percepción y la importancia en la protección de su salud. Del mismo modo, se utilizaron coevaluaciones y heteroevaluaciones para enriquecer su proyecto final.

El producto final del taller consistió en realizar una *campana de comunicación* para compartir lo aprendido durante el taller. Para el primer taller se elaboró contenido audiovisual para la plataforma TikTok dirigido a otros adolescentes, y para el segundo taller se pidió el diseño de un cómic que ilustrara alguno de los temas estudiados. Este producto debía tener como objetivo promover acciones de mitigación o de protección a la salud, y permitió que los participantes pusieran en prácticalos conocimientos obtenidos durante el taller. Es necesario resaltar que, en el contenido realizado por cada equipo, se observó un progreso significativo desde el inicio del proyecto hasta la presentación del producto final. La elaboración de cómics exploró habilidades muy distintas a las habituales en el aula; se buscó promover la creatividad con una actividad entretenida y divertida, pero también facilitar la memorización, así como la expresión oral y escrita. En el taller docente se les pidió que diseñaran, para la asignatura que imparten, una sesión didáctica sobre contaminación atmosférica utilizando metodologías participativas y lúdicas.

En la mayoría de las actividades realizadas se utilizó la habilidad de toma de decisiones, la cual permitió entender que todos estamos inmersos en la problemática atmosférica. Es importante poder poner en práctica los conocimientos alcanzados y tomar el control sobre nuestras acciones para actuar en consecuencia y mejorar tanto nuestro entorno como nuestra salud. Por último, en la sesión de cierre se realizó una encuesta para identificar el cambio de perspectiva ante la contaminación ambiental y el grado de sensibilización logrado; se aplicó el mismo cuestionario que al inicio del taller.

12.4 TALLER CALIDAD DEL AIRE Y SU IMPACTO A LA SALUD EN LA ZONA METROPOLITANA DE CUERNAVACA

Las sesiones del taller tuvieron una duración de hora y media. Se construyó una unidad de aprendizaje la cual dividió la problemática de la Calidad del Aire y Salud en la Zona Metropolitana de Cuernavaca en cuatro grandes temas, que abarcaron diferentes subtemas conforme a los objetivos específicos planteados y alcance propuesto. La tabla 12.2 presenta una integración de los dos talleres impartidos a los estudiantes. En el taller de docentes se retomaron los mismos temas pero de una manera más general, y se añadió como temática el uso de la ecopedagogía, la educación ambiental y las metodologías participativas, para hablar de temas am-

bientales en el aula. El taller tuvo duración de dos días donde se realizaron actividades sincrónicas y asincrónicas.

Tabla 12.2. *Cronograma de impartición de Temas y Actividades*

Secuencia semanal	Tema	Subtemas
1	Introducción del taller	1. Presentación del taller e integrantes. 2. Construcción del reglamento interno y acuerdos. 3. Objetivos, contenido, dinámicas y evaluación. 4. Aplicación de cuestionario a cada participante en el taller sobre su percepción inicial de los problemas ambientales y calidad del aire en la ZMC.
2	Escritos y preconceptos	1. Exploración de conocimientos previos y el tema central del taller. 2. Elaborar un mapa mental con todos los conceptos que asociarán con la pregunta: ¿Qué es la contaminación del aire? 3. Conformación de equipos con un nombre relacionado con el tema. 4. Crear el logotipo y lema de cada equipo que complementen el nombre.
3	Introducción atmósfera	1. Las capas de la atmósfera y su relación entre los elementos del ambiente. 2. Definir, enlistar y describir la estructura y características de las capas que conforman la atmósfera. Luego, utilizar y relacionar la información con elementos del ambiente. Por último, concluir con la importancia de las capas atmosféricas. 3. Realizar la sopa de letras (carita feliz) y graficar las capas atmosféricas y/o utilizar acetatos y otros materiales que permitan plasmar sus características. 4. Completar un cuadro de comparación y contraste sobre cada una de las capas e identificar sus características. 5. Ubicar en un gráfico cada una de las capas y sus pausas, acorde con la altitud, temperatura y presión.
4	Contaminantes criterio	1. Definir la Contaminación en matriz aire. 2. Características y clasificación de los contaminantes atmosféricos. 3. Origen de los contaminantes atmosféricos. 4. Fuentes de emisión naturales y antropogénicas. 5. Casos graves de la contaminación del aire. 6. Efectos de los contaminantes criterio del aire (SO₂, NO₂, partículas, O₃ y CO) en la salud humana, los materiales y el ecosistema.

Secuencia semanal	Tema	Subtemas
5	Refuerzo	1. Utilizar la habilidad de comparación y contraste para revisar las infografías de los “contaminantes”. 2. Plenaria sobre los puntos de vista y múltiples perspectivas sobre el tema. 3. Vídeos de la plataforma de youtube sobre el ciclo de Chapman. 4. Crucigrama sobre los contaminantes criterio.
6	Salida de campo	1. Visita al Centro de Investigaciones Químicas (CIQ) de la UAEM. 2. Visita a la estación de monitoreo Cuernavaca 01. 3. Identificar y familiarizarse con los equipos de monitoreo ambiental y datos meteorológicos.
7	La salud y protección	1. Impacto de los contaminantes atmosféricos en la salud. 2. Identificar los problemas de la salud relacionados con los contaminantes atmosféricos. 3. Identificar los grupos vulnerables. 4. Resolver inquietudes e identificar cuidados en pro de su bienestar.
8	Refuerzo	1. “Trivia” Dinámica que permite: explorar, integrar y reforzar conocimientos. 2. Proyección del <i>stop motion</i>. 3. Video “Atrapando partículas”. 4. Cartel comparativo del tamaño de las partículas con elementos de su entorno.
9	Conclusión	1. Cierre de la visita al CIQ mediante la revisión de los filtros limpios y colmados (muestreados), usados en las diferentes temporadas del año (lluvias, secas frías y secas cálidas). 2. Comparar y contrastar los equipos de monitoreo y sus características. 3. Juego con globos (contesta y no dejes caer el globo).
10	Planeación y diseño de la campaña de divulgación	1. Presentación de propuestas sobre una campaña de comunicación para compartir lo aprendido durante el taller. 2. Revisión y retroalimentación de las campañas de divulgación se hizo uso de las prácticas de evaluación (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).
11	Reordenar y aclarar la visión de cada trabajo de divulgación	1. Presentación de videos y/o cómic para su revisión y retroalimentación. 2. Uso de la toma de decisiones como base en la construcción de los videos, pero al mismo tiempo de su calidad de vida.

Secuencia semanal	Tema	Subtemas
12	Campaña de divulgación	1. Entrega y exposición final de la mini-campaña de medios (TikTok) y/o cómic.
13	Reflexiones	1. Análisis sobre lo aprendido en clase, retroalimentación a las actividades realizadas y sugerencias para futuros talleres.
14	Cierre	1. Aplicación de cuestionario a cada participante en el taller sobre su percepción final de los problemas ambientales y calidad del aire en la ZMC.

Fuente: elaboración propia. Para más detalle consultar la página web <https://atmosferaysalud.azc.uam.mx/>

Es importante mencionar que los tres talleres que se han mencionado tienen características similares pero también diferencias; al mismo tiempo, se debe reconocer que cada taller tiene ventajas y desventajas de aplicación. Para identificar esas características, en la tabla 12.3 se sintetiza aspectos importantes de los tres talleres (dos con estudiantes y uno con docentes) y que permite tener una visión más amplia de los mismos.

Tabla 12.3. Cuadro comparativo de talleres impartidos en el bachillerato de Cuernavaca

Cuadro comparativo de los talleres de Calidad del Aire					
Características	Semejanzas	Diferencias	Ventajas	Desventajas	Aplicación
Desarrollo de competencias, mediante aplicación de metodologías del aprendizaje autónomo y actividades lúdicas. Los talleres son más escolarizados.	Los temas propuestos y la secuencia.	Dos talleres se centraron en adolescentes y el último en docentes.	Secuencialidad para cada sección partiendo de temas básicos a temas más complejos, conocimiento gradual.	Trece sesiones de dos horas es limitado para abordar un tema complejo como la calidad del aire.	Se alcanza un panorama general y se vincula con su realidad, con el objetivo de que puedan llevar lo aprendido a su vida cotidiana y cuidar su salud.

Cuadro comparativo de los talleres de Calidad del Aire					
Características	Semejanzas	Diferencias	Ventajas	Desventajas	Aplicación
Secuencia de actividades tanto teóricas como prácticas y lúdicas. Permite un conocimiento más consciente y crítico.	La actividad de "Estudio de casos". Poner en práctica sus conocimientos.	Los temas se adaptaron teniendo en cuenta el tiempo y las edades de los participantes.	Fortalecer con actividades lúdicas y de refuerzo como los cuadros de comparación y contrastes, videos, y estudio de caso.	El número de participantes afecta el desarrollo de actividades y la participación.	Las visitas guiadas le permitieron poner en práctica los conocimientos adquiridos en cada una de las secciones.
Una idea central de los talleres fue que los participantes integrarán los conocimientos básicos sobre calidad del aire y lo utilizarán en su cotidianidad.	Los trabajos finales requerían del conocimiento de los temas, apropiación del lenguaje técnico y habilidades comunicativas.	La profundización en cada uno de los temas no fue igual teniendo en cuenta el punto anterior.	Las actividades ayudaron a resolver dudas, apropiarse del lenguaje técnico, enriquecer el conocimiento, y desarrollar habilidades de pensamiento crítico.	Ajuste de actividades por el tiempo; por ejemplo, las visitas a la estación de monitoreo.	Permitió realizar divulgación científica, pero al mismo tiempo los participantes se volvieron generadores y facilitadores del conocimiento.
Promover una conciencia ambiental que permita el cambio de hábitos. Divulgación científica.	La mala calidad del aire se atribuye a otros, no se ven como parte del problema ni de la solución.	El paradigma ambiental es más fácil cambiarlo en adolescentes que en los docentes.	Se fortalece la conciencia ambiental, y se promueve el cambio de hábitos.	No es posible hacer un seguimiento, ni reforzar los conocimientos, no hay continuidad.	La información obtenida permite realizar cambios de hábitos e influir en su entorno escolar, familiar y social.

Fuente: elaboración propia.

12.4.1 Competencias desarrolladas

El taller consideró competencias disciplinares de la temática en general, enfocadas en la didáctica del tema y la construcción de conceptos; y competencias cognitivas, con el propósito de desarrollar habilidades y estrategias de pensamiento autónomo y autocrítico (ver tabla 12.4). Al mismo tiempo, ir adquiriendo los conocimientos teóricos del tema les permite ser más conscientes del impacto que tiene la calidad del aire en sus vidas, de tal manera que se motiven a mejorar sus actitudes, cuidado personal y generar mejores hábitos. Por último, se fortalecieron sus competencias comunicativas al lograr una transmisión asertiva, que se observó principalmente a

través del uso correcto de la terminología e iconografía asociada a la calidad del aire y sus afectaciones en diversos escenarios de enseñanza-aprendizaje. El desarrollo de los videos de TikTok y los cómics desde su enfoque juvenil lograr transmitir los conocimientos aprendidos; por su parte, las propuestas didácticas de los docentes es muestra de lo aprendido.

Tabla 12.4. *Competencias disciplinares y cognitivas*

Competencias disciplinares			
Saber		Saber hacer	
Contenidos esenciales	Habilidades y destrezas	Actitudes y valores	Hábitos y prácticas
- Definir el concepto de la atmósfera y de la contaminación del aire. - Introducir a aspectos de la atmósfera y la contaminación del aire. - Identificar las clases de contaminantes atmosféricos. - Relaciones biológicas y la salud.	- Analizar la importancia de cada capa atmosférica y la importancia de una buena calidad del aire. - Identificar los conceptos más importantes relacionados con la contaminación del aire. - Identificar los tipos de contaminantes y su origen. - Analizar cada tipo de contaminantes. - Analizar las relaciones biológicas y de salud con cada contaminante.	- Despertar el interés por la calidad del aire. - Valorar los recursos naturales. - Aceptar los deberes y derechos ciudadanos a nivel ambiental. - Reconocer la importancia del aire en la calidad de vida.	- Relacionar los conceptos de contaminación del aire con su entorno. - Identificar los deberes y derechos ciudadanos a nivel ambiental. - Identificar las relaciones biológicas y la salud con cada contaminante.
Competencias cognitivas			
Saber		Saber hacer	
Contenidos esenciales	Habilidades y destrezas	Actitudes y valores	Hábitos y prácticas
- Inferir sobre la importancia del aire. - Recordar las relaciones de la atmósfera, la salud y el entorno. - Hacer conciencia sobre el proceso de comparación y contraste.	- Argumentar sobre conceptos del aire y contaminación. - Reconocer las relaciones de la atmósfera, la salud y el entorno. - Identificar el procedimiento de comparación y contraste.	- Disposición y sentido de responsabilidad frente al aprendizaje. - Valorar la importancia de las relaciones de la atmósfera con el entorno. - Confianza en sí mismo al utilizar la habilidad de comparación y contraste.	- Lectura autorregulada. - Reflexionar sobre los progresos obtenidos y los desaciertos, en función de las actividades realizadas en clase, conferencias y visitas programadas.

Fuente: elaboración propia.

12.4.2 Intencionalidades educativas

Se definieron un conjunto de metas de aprendizaje con la finalidad de guiar el trabajo hacia el logro de los objetivos y se plantearon los siguientes resultados esperados:

- Despertar en el aprendiente el valor y la importancia que posee el aire en la calidad de vida.
- Uso y manejo del IPLER (Inspeccionar, Preguntar, Leer, Expresar y Revisar).
- Activar su motivación por aprender significativamente.
- Determinar la prefiguración y el procedimiento implícito de las habilidades de pensamiento “Comparar y contrastar” y “Toma de decisiones”.
- Reconocer y aceptar “el error” como un componente propio del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como utilizarlo como una herramienta en el proceso de aprendizaje sin caer en frustraciones o decepciones que entorpezcan el aprendizaje.

REFLEXIONES FINALES

En la actualidad resulta importante establecer estrategias educativas que utilicen las tecnologías actuales y los saberes individuales y, en simultáneo, que fomenten habilidades y destrezas propias del aprendizaje autónomo; estas habilidades son generadoras de actitudes y valores que allanan la creación de hábitos y prácticas. Además, en la implementación de estas estrategias, se deben facilitar a los aprendientes las herramientas suficientes para que ellos puedan transferir a otras situaciones lo estudiado en una situación concreta. Esto, como un aspecto de la educación integral basado en la consagración de la salud como un derecho humano fundamental, implica el disfrute de ese bienestar a través de una alimentación y nutrición adecuadas, una vivienda apropiada, agua potable salubre, un saneamiento adecuado y un ambiente sano (Carmona *et al.*, 2015).

Las aportaciones y enfoques aquí expuestos buscan iluminar el complejo mundo de la educación, la transmisión de conocimiento científico sobre la contaminación atmosférica y el cambio generado en los participantes. El objetivo de este trabajo fue ampliar el panorama, los conocimientos y los aprendizajes de los estudiantes de bachillerato en torno a las ciencias y, particularmente, al tema de la contaminación atmosférica. Cabe destacar que la cercanía que se tuvo con los participantes durante la implementación del taller, hizo posible apreciar aspectos de su cotidianidad y los grupos sociales a los que pertenecen. Esto se aprovechó como

un potenciador del aprendizaje en cada una de las sesiones y durante la creación de los proyectos finales.

Durante esta experiencia se pudo observar un problema frecuente en la divulgación científica: la terminología. Debido a ello, se recomienda utilizar el juego para fortalecer la comprensión de los conceptos y como herramienta de activación en cada sesión; además, el juego resulta una actividad relajada y amena para los participantes, y un poderoso recurso en la verificación de los conocimientos adquiridos. En el mismo sentido, se detectaron algunas dificultades por parte de los ponentes expertos para transmitir ciertos conocimientos durante el taller; en respuesta, resulta oportuno llamar la atención hacia la necesidad de reforzar las habilidades pedagógicas de los especialistas implicados en actividades e intervenciones de educación y comunicación ambiental.

Las actividades y resultados que se han generado a partir de estos talleres son un punto de partida rumbo al mejoramiento, una base sobre la cual es posible definir nuevas metas (una vez identificados nuevos conceptos, procesos y habilidades); también ha elucidado que la evaluación del aprendizaje debe ser una evaluación continua, complementaria y apuntalada en diversos procedimientos y actividades, como la realización de mapas conceptuales y la creación de escritos que permitan argumentar lo aprendido y vincularlo con el entorno. Actividades como éstas son fundamentales y permiten mostrar que no somos seres aislados, sino que vivimos en una sociedad que está en continuo cambio.

Durante todo el proceso se utilizó aquí la contaminación atmosférica como tema científico para enseñar habilidades de aprendizaje autónomo, en particular la habilidad de comparar, contrastar y tomar decisiones. Como resultado de esta experiencia, se identificó un cambio en la percepción de la contaminación atmosférica y la salud por parte de los aprendientes. El propósito ahora es continuar el proyecto con los docentes o mediadores de bachilleres, para que estas temáticas y estrategias se incorporen al currículo formal y puedan extenderse a diferentes ciudades y niveles educativos. Con el crecimiento de las zonas urbanas y los problemas ambientales globales se vuelve necesario que las instituciones educativas sumen esfuerzos en la educación ambiental y la promoción de hábitos sustentables, de la mano de una mayor conciencia y conocimiento ambiental.

En definitiva, mediante el aprendizaje del tema de contaminación del aire durante el taller, se logró promover conciencia sobre la salud y la responsabilidad de cada individuo en el cuidado de su entorno. Reflejo de lo anterior es que se crearon nuevas inquietudes por parte de los participantes: ¿cómo son las afectaciones producidas entre países?; ¿cómo se crean instrumentos adecuados para filtrar el aire o mejorar su calidad?; ¿qué se ha hecho para mejorar o disminuir el impacto

de los contaminantes?; así como otras cuestiones acerca de la divulgación de esta información en niños y las acciones a realizar para que ellos, desde pequeños, desarrollen una conciencia socioambiental.

No menos importante, el uso de las prácticas de evaluación (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación) fortaleció cada uno de los trabajos aquí realizados y trajo consigo nuevas cuestiones, consideraciones y reflexiones:

El trabajo en equipos permitió la adopción rápida de los términos científicos asociados con la contaminación atmosférica.

Los proyectos permitieron desarrollar varias competencias comunicativas, habilidades aprendizaje y actitudes a nivel de cuidado personal.

El tiempo fue un factor que dificultó un desarrollo más detallado de los temas y de las habilidades de aprendizaje autónomo en cada una de las sesiones.

La velocidad de la adopción de los temas y términos científicos depende de la predisposición de cada aprendiz.

REFERENCIAS

- Alonso Arijael, N. (2021). *Juego como recurso educativo: Teorías y autores de renovación pedagógica*. [Trabajo fin de grado, Universidad de Valladolid, Facultad de Educación de Palencia]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/51451/TFG-3005.pdf?sequence=1>
- Arredondo, S. C., Diago, J. C. y Cañizal, A. (2010). *Evaluación educativa de aprendizajes y competencias*. Madrid: Pearson Educación.
- Bello Benavides, L. O. (2019). Educación ambiental y cambio climático en el bachillerato tecnológico de México. *Educación química*, 30(3), 3-14. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2019.3.67965.
- Carmona Tinoco, J. U. (Coord.), Viveros Uehara, T. y Godínez Rosales, R. (2015). *Cambio climático y derechos humanos*. Comisión Nacional de los Derechos Humanos. CNDH México.
- Chamizo Guerrero, J. A. (2017). La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas. *Educación Química*, 28(4), 202-210. DOI: 10.1016/j.eq.2017.07.001

- Cobos, T. L. y Ruz, T. P. (2014). La contaminación atmosférica: un contexto para el desarrollo de competencias en el aula de secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), 159-77. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.830
- Coronel, J. F. y Núñez, M. B. (2015). Experiencia integradora para educación ambiental. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 6(1), 73-85.
- Díaz Murillo, M. (2003). Desarrollo del aprendizaje significativo a través del estudio del medio ambiente en estudiantes de grado décimo. [Tesis de Especialidad en Pedagogía para el desarrollo del aprendizaje autónomo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia].
- España, E. y Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6(3), 345-354.
- Espejel Rodríguez, A. y Flores Hernández, A. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior, Puebla-Tlaxcala, México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1173-1199.
- Gobierno de México (25 de agosto 2021). *Seguimiento a programas y acciones de educación ambiental para la sustentabilidad*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat%7Ceducacionambiental/articulos/convenio-de-colaboracion-semarnat-sep?idiom=es>
- Gómez, J. G. y Rosales, J. N. (2000). *Estrategias didácticas en Educación Ambiental*. Aljibe.
- Hungerford, H. R. y Volk, T. L. (1990) Changing Learner Behavior Through Environmental Education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21. DOI: 10.1080/00958964.1990.10753743
- Morachimo, L. (1999). *La educación ambiental: tema transversal del currículo. Módulo ontológico*. Centro de Investigaciones y Servicios Educativos-Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Pardo, J. S. M., López, L. N. P., Benites, C., Armijos, G. M. M., Guaillas, K. B. S. y Pardo, B. A. M. (2024). Estrategias didácticas para fortalecer la Educación Ambiental en los estudiantes, 9° grado “A” de la Unidad Educativa “Lauro Damerval Ayora”. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(2), 3086-3105. DOI: 10.37811/cl_rcm.v8i2.10735
- Ponte, C. (2000). *Estrategias y técnicas didácticas en Educación Ambiental*. FEDEUPEL.
- Romero, N. A. y Moncada, J. A. (2007). Modelo didáctico para la enseñanza de la educación ambiental en la Educación Superior Venezolana. *Revista de pedagogía*, 28(83), 443-476.
- Vilches, A. y Gil, D. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique*, 55(1), 9-19.