

EL CAMPO DE LA SALUD AMBIENTAL: UNA OPORTUNIDAD PARA ALCANZAR LAS METAS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

SILVIA LIZETTE RAMOS DE ROBLES¹
MARÍA GUADALUPE GARIBAY CHÁVEZ²
ARTURO CURIEL BALLESTEROS³

1. Visiones históricas y contemporáneas de la alfabetización científica y la salud ambiental

1.1 Alfabetización científica

Las diferentes definiciones y percepciones sobre la alfabetización científica se pueden interpretar a partir de la formulación de tres principales preguntas: a) ¿qué se considera como educación científica?, b) ¿para quién? y c) ¿bajo qué condiciones? (Brown *et al.* 2005). Desde que la ciencia se posiciona dentro de los contenidos curriculares, podemos identificar que las metas en torno a su enseñanza han presentado numerosos cambios. En este apartado presentamos, de manera general, un recorrido histórico en el cual se identifica la diversidad de metas que se han relacionado con la alfabetización científica a través del tiempo, así como los vínculos que establecen con las demandas sociales. Los periodos que integran nuestra revisión histórica se asemejan a las propuestas por DeBoer (2000): el primero describe el papel de la ciencia en la sociedad antes de que se incorporara como parte de los procesos educativos (antes de 1945); el segundo aborda el papel de la ciencia en sus primeros años de incorporación dentro de la educación formal (1948-1956); el tercero describe la gran reforma en la alfabetización científica que inicia a finales de los cincuentas (1957 a 1984); y el cuarto analiza el papel de la alfabetización científica en las últimas décadas (de 1985 hasta nuestros días).

1. Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas por la Unviersidad Autónoma de Barcelona, Profesora e Investigadora del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guadalajara. E-mail: lramos@cucha.udg.mx

2. Doctora en Psicología de la Salud por la Universidad de Guadalajara, Profesora e Investigadora del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guadalajara. E-mail: guadalupe.garibay@reudg.udg.mx

3. Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid, Profesor e Investigador del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guadalajara. E-mail: arturoc@redudg.udg.mx

1.1.1 Ciencia para unos pocos: el status de la ciencia antes de 1945

Durante muchos años la ciencia formó parte de la filosofía, de tal manera que a los científicos se les llamaba Filósofos Naturales. En inglés, la palabra “científico” se utilizó por primera vez en 1883, cuando William Whewell lo empleó en una reunión de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia refiriéndose a los que estaban presentes. En los siglos XVII y XVIII existían puestos científicos remunerados. La ciencia era una actividad de aficionados que durante el siglo XVII fue dominada por la aristocracia. No obstante, para el siglo XVIII, ésta se convirtió fundamentalmente en una actividad de la clase media, lo cual redundó en una mayor presión por su profesionalización.

Durante el siglo XIX se crearon muchos puestos de trabajo para científicos, sobre todo en el sistema educativo; por ejemplo, en las *Ecoles* de la Francia posrevolucionaria y en las universidades alemanas. Dada la importancia que llegó a tener la ciencia, los gobiernos comenzaron a apoyarla, lo cual permitió la consolidación de la carrera científica. No obstante, en esta época tan solo se enseñaba ciencias a estudiantes que se formaban en “artes mecánicas”, ciencia militar o agricultura. Prácticamente la enseñanza de las ciencias se realizaba para un 10% de la población. De acuerdo con Sanmartí (2002), los programas y la estructura de los estudios del área científica, con la separación entre las disciplinas de Física, Química y Biología, se concibieron hacia 1860 en Alemania, país que en esa época fue pionero en el campo científico.

1.1.2 El aprendizaje de las ciencias como una meta educativa: de 1945 a 1956

Es hasta mediados del siglo XX cuando el conocimiento científico se posicionó plenamente como parte de los contenidos curriculares que constituían la educación básica de todos los ciudadanos. El concepto de alfabetización científica fue elaborado por primera vez por Paul de Hart Hurd en 1958 para representar las finalidades de la educación científica. En su posicionamiento identificó los ejes principales de una ciencia para todos basada en la adquisición de una comprensión de la naturaleza de la ciencia y de sus aplicaciones en el ámbito de la experiencia social. La generalización en la enseñanza de las ciencias surgió de la necesidad de formar nuevos científicos, por ello entre sus principales promotores encontramos más científicos que pedagogos. En consecuencia, su enseñanza estuvo enfocada en acercar a los estudiantes al mundo de los científicos más que en su utilidad para la vida cotidiana. Otros argumentos que permitieron posicionar a la ciencia dentro de los programas educativos enfatizaron la posibilidad de que los individuos desarrollasen procesos cognitivos complejos y superiores a la simple lógica deductiva.

La visión de ciencia estuvo enfocada en las teorías científicas, las cuales constituyeron el punto esencial para la reflexión y el componente más importante para los diseños curriculares. Los principales supuestos que orientaron estos primeros años de enseñanza de la ciencia se pueden resumir en los siguientes: a) *el conocimiento científico es un conocimiento acabado, objetivo, absoluto y verdadero*; b) *aprender es apropiarse formalmente de dicho conocimiento*; c) *aprender es un hecho individual y homogéneo*; y, d) *los contenidos escolares deben seleccionarse a partir de los conceptos científicos*.

De acuerdo con DeBoer (2000), en 1932 surgió cierta preocupación y se planteó que los diseñadores curriculares habían ido demasiado lejos en las formas y los planteamientos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Se habían olvidado que la razón fundamental por la cual se debía estudiar ciencias en la escuela era para proporcionar una amplia comprensión del mundo natural y la forma en que afecta la vida personal y social de las personas. A partir de estas reflexiones, y a pesar de que se mantuvo la importancia otorgada al dominio de los contenidos científicos, poco a poco fue surgiendo la necesidad de establecer vínculos entre estos saberes y el contexto social, de manera que se concibiera a la ciencia como una actividad que permitiera el progreso social local. Se propuso enriquecer el pensamiento científico desde otras perspectivas más allá de la experimentación, establecer vínculos, entre la ciencia y el pasado, y entre la ciencia y los problemas sociales de la época. (National Society for the Study of Education, 1947).

1.1.3 Conocimiento científico y responsabilidad social: de 1957 a 1984

En el año 1957, el lanzamiento por la Unión Soviética del primer satélite artificial (Sputnik) al espacio constituyó todo un acontecimiento para el campo de la ciencia. Este hecho puso en alerta a los países occidentales, en especial a Estados Unidos, que desencadenó un gran movimiento de renovación dentro de la enseñanza de las ciencias naturales, acontecimiento al que Akker (1998) denominó como la *first-wave curriculum reform*. Inglaterra fue otro de los países que se incorporó a este movimiento de reforma curricular en el campo de las ciencias aproximadamente en las mismas fechas (de 1960 a 1980). En décadas posteriores otros países se sumaron a estas innovaciones pero sus reformas no necesariamente se basaron en las necesidades sociales locales sino que siguieron los pasos propuestos por Estados Unidos y Reino Unido.

Las nuevas propuestas seguían enfatizando en la estructura de las disciplinas, la importancia de los procesos de la ciencia y la indagación científica principalmente. Se identifica que a pesar de que los planteamientos de la reforma proponían la promoción de las aplicaciones prácticas y tecnológicas de la ciencia, éstas se lograron de manera limitada.

En esta época se concebía la enseñanza de las ciencias como un aprendizaje de las formas de trabajar de los científicos; los contenidos conceptuales pasaban a segundo plano y se daba atención prioritaria al desarrollo de los procesos propios de la actividad científica. En consecuencia el conocimiento científico se obtenía inductivamente, a partir del papel central de las experiencias en los procesos.

En los años setentas, a partir de una ascendente preocupación por el impacto del crecimiento urbano y de la tecnología en el deterioro del ambiente y la salud, y después de la primera cumbre mundial sobre Medio Ambiente Humano, el papel social de la ciencia cobró fuerza. En consecuencia encontramos definiciones en torno a la alfabetización científica, donde aparecen relaciones de tipo ciencia-sociedad-ambiente. Una de ellas es la propuesta por the National Science Teachers Association (NSTA) que define a una persona científicamente alfabetizada como aquella que utiliza los conceptos, las habilidades y los valores de las ciencias en la toma de decisiones cotidianas, tales como la interacción con otras personas y con su entorno. Asimismo comprende las interrelacio-

nes entre la ciencia, la tecnología y otras facetas de la sociedad, incluyendo el desarrollo social y económico “ (NSTA, 1971, pp. 47-48). No obstante, estos vínculos no se vieron fortalecidos en las prácticas alfabetizadoras.

A principios de la década de los ochentas surgió el enfoque ciencia-tecnología-sociedad con el propósito de proporcionar a los estudiantes conocimientos que los capacitasen para tomar decisiones sobre la ciencia y las necesidades apremiantes de la sociedad local. A pesar de que estos enfoques establecían una relación más estrecha entre la ciencia y la sociedad, los planteamientos para el logro de la alfabetización científica planteaban el aprendizaje como un proceso individual y netamente cognitivo.

1.1.4 La alfabetización científica en un mundo globalizado: de 1985 a nuestros días

Un cambio importante en la alfabetización científica surgió a partir de los procesos de globalización y de las problemáticas sociales a nivel internacional. A principios de la década de los noventas, organismos internacionales se cuestionaron nuevamente el papel de la ciencia dentro de un marco internacional y de acuerdo a las grandes demandas y problemáticas actuales. La evaluación internacional en torno a la alfabetización científica se consolidó como un punto básico para la reorientación de las reformas curriculares. En consecuencia organismos como *the Organisation for Economic Co-operation and Development* e *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* han implementado programas como *Program for International Student Assessment (PISA)* y *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*, respectivamente, cuya finalidad es aplicar exámenes para obtener información que permita valorar el grado de alfabetización científica que poseen los jóvenes de distintos países.

Surgieron nuevas perspectivas en torno a cómo orientar y lograr una alfabetización científica para toda la ciudadanía (no sólo a la comunidad de estudiantes). En años recientes se han planteado dos visiones fundamentales de la alfabetización científica que Roberts (2007) denomina Visión I y Visión II, y Brown *et al.* (2005) las denominan como perspectiva centrada en el conocimiento y perspectiva centrada en lo sociocultural. La primera de ellas centrada en la adquisición de conocimiento científico disciplinar orientado a formar especialistas en ciencias. La alfabetización científica permanece abstraída de la experiencia y desconectada de la vida de las personas que participan y su mundo. Mientras la segunda está centrada en la adquisición de conocimiento científico para ser usado en contextos socialmente relevantes y orientada a la educación ciudadana.

Esta perspectiva trata de situar cualquier definición de la alfabetización científica en el acompañamiento de las acciones de la vida cotidiana y considera la alfabetización como un proceso relevante en el desarrollo de tareas particulares en los distintos contextos sociales.

De acuerdo con Roth y Lee (2002), en el mundo cotidiano de una comunidad, la ciencia no surge como un conocimiento o una práctica coherente, objetiva y no problemática, sino como algo incierto, polémico e incapaz de responder a las preguntas importantes relacionadas con los temas específicos y locales (Jenkins, 1999). La ciencia entonces se reconoce como la mejor vía de toma de decisiones en un campo de incertidumbres, de

conocimientos no acabados, de verdades que no son absolutas, y de dudas; la ciencia es por tanto una construcción social.

El propósito principal de estos planteamientos radica en promover el aprendizaje de las ciencias a través de contextos del mundo real.

1.2 Salud ambiental: evolución histórica del campo

Al igual que la alfabetización científica, el campo de la salud ambiental ha sido definido desde diferentes perspectivas, para nuestro análisis histórico retomaremos principalmente los planteamientos de Foskett (1993) y Frumkin (2010). Dentro de las principales perspectivas de este campo podemos identificar aquellas que hacen referencia a las relaciones de base entre la gente y el ambiente y que evocan directamente a un concepto de ecosistema, y otras con un enfoque más estrecho, abordando cuestiones ambientales particulares, que enfatizan los riesgos físicos y químicos derivados del deterioro ambiental en entornos sociales de vivienda, laborales y recreativos (Frumkin, 2005). Esta variedad se debe en gran medida a la interdisciplinariedad propia del campo, ya que los enfoques tanto de salud como de riesgo, son abordados desde diversas disciplinas. En el rescate histórico de la evolución del campo iremos identificando cómo emergen dichas perspectivas y cómo se han focalizado en el estudio de determinadas problemáticas. Para cada uno de los periodos analizados se rescatará principalmente el tipo de riesgo que afecta la salud, el cambio o las modificaciones de los espacios y la concepción de salud ambiental que prevalece.

1.2.1 El riesgo sanitario microbiológico: antes de 1945

Si bien es cierto que los orígenes de la salud ambiental podrían ser muy antiguos y remontarse a las primeras interacciones y desafíos entre el ser humano y su entorno natural en la búsqueda permanente del bienestar, un punto clave de surgimiento del campo se remite a los “despertares industriales” (Frumkin, 2005) y los movimientos poblacionales de los pueblos a las ciudades. Podemos decir que la Salud Ambiental inició con dos grandes revoluciones: la agrícola y la industrial en 1712. Un siglo después, y a partir del deterioro acelerado del ambiente, inició el abordaje de la salud de las poblaciones (Garibay y Curiel, 2005). Por tanto, el cambio en los espacios laborales que va del agrícola al industrial desencadenó una serie de riesgos sanitarios nuevos.

Desde el siglo XVIII, el hacinamiento tanto en las casas habitacionales como en las industrias provocó un grave deterioro en el ambiente, y como consecuencia, daños a la salud humana. Los problemas sanitarios (ej. viviendas y lugares de trabajo sin ventilación y húmedas, calles contaminadas con excremento, agua estancada, suministros de agua inadecuados, etc.) se incrementaron exponencialmente. Todo parecía indicar que el avance tecnológico y de producción era inversamente proporcional al estado de deterioro de la salud humana y del ambiente.

“Las malas condiciones ambientales estuvieron a la par de las malas condiciones sociales. Las jornadas de trabajo eran muy largas y los salarios muy bajos. Como resultado,

los trabajadores sufrían de malnutrición y mala condición física, la cual se vio agravada por las fábricas mal ventiladas, las altas temperaturas y la humedad” (Foskett, 1999: 25).

Inglaterra es considerado el país que inició con el proceso de industrialización y en consecuencia el que conoció los primeros efectos adversos a la salud, pero también fue el pionero en emprender la búsqueda de estrategias de solución. Mientras en Inglaterra la salud ocupacional había constituido todo un tema de abordaje desde las primeras décadas del siglo XIX, en Estados Unidos no es sino hasta el siglo XX cuando, gracias a la iniciativa de Alice Hamilton (1969-1970), se empezaron a documentar los vínculos entre exposiciones tóxicas y las enfermedades de trabajadores como mineros, comerciantes y obreros industriales (Frumkin, 2005).

Durante este periodo prevaleció una concepción de salud como ausencia de enfermedad, y la idea que la enfermedad es el resultado de algún microbio que puede ser curada atacándola con medicamentos. Asimismo la percepción de ambiente se remitió a “todo lo que rodea” al ser humano sin ser parte del mismo, y se planteó un enfoque utilitario de la naturaleza como proveedora de los recursos naturales.

1.2.2 Riesgo toxicológico: de 1945 a 1956

El periodo de 1945 a 1956 se caracterizó por una sociedad más urbanizada. Los riesgos sanitarios dejaron de ser sólo microbiológicos para incorporar los toxicológicos asociados a productos y residuos industriales y a la contaminación del aire, incluida la lluvia radioactiva. Dentro de los eventos que ocasionaron mayor número de muertos y hospitalizados por contaminación de aire, se encuentran: a) En diciembre de 1952, cuatro mil personas mueren en las “nieblas asesinas” de Londres. Había una capa de smog tan espesa que los vehículos utilizaban lámparas en plena luz del día y solo podían circular con un guía caminando por delante; b) En 1957-1958: Chelyabinsk-40 la explosión de residuos nucleares en Kyshtym, Rusia se extendieron por toda la región, exponiendo a más de un cuarto de millón de personas a radiación de alto nivel.

También cabe destacar que, a partir de la década de los cuarentas, la necesidad de garantizar alimentos para una población creciente provocó el desarrollo, desde la química, de innovaciones para la fabricación de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas). El desarrollo de la química fue considerado como la respuesta a varios problemas, entre ellos los plaguicidas, para abatir las poblaciones de vectores transmisores de enfermedades y generación de epidemias, como mosquitos, roedores y garrapatas.

En esta misma década se promulgó la Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos Humanos (1945), orientada a garantizar la supervivencia humana a través del derecho que “toda persona tiene a un nivel de vida adecuado para la salud y bienestar de sí mismo y de su familia, incluyendo el alimento, trabajo, educación, ropa, vivienda, salud pública y los servicios sociales necesarios y el respeto a la naturaleza y el control de la degradación ambiental” (Consultado en: <http://www.un.org/es/charter-united-nations/index.html>).

Por otra parte, los daños a la salud también se hicieron presentes por exposición a sustancias tóxicas, tales como el metilmercurio en el agua, que provocó cientos de muertes en la ciudad de Minamata, Japon.

De acuerdo con Frumkin (2005), el campo moderno de la salud ambiental data de mediados del siglo XX, un aspecto esencial que marcó su inicio consiste en el reconocimiento de los riesgos que conllevan los productos químicos cancerígenos; en consecuencia, se incrementó el número de estudios que evaluaban la exposición a estos productos.

1.2.3 Los riesgos y el descontrol del crecimiento poblacional urbano: de 1957 a 1984

A finales de los cincuentas e inicio de los sesentas los riesgos pasaron a ser cada vez más comunes en todo el planeta, y el crecimiento urbano desmesurado originó lo que podemos denominar “urbanismo no planeado”. Esto implica tanto el crecimiento espontáneo basado en la autoconstrucción, como el de expansión urbana que desdibuja los núcleos urbanos y exponen a los habitantes a diversos riesgos geológicos, hidrometeorológicos, socio organizativos, y sanitarios.

A partir de la década de los setentas, el campo de la salud ambiental, y los aspectos que éste aborda, sufrieron una expansión considerable, dado que se incrementaron a nivel internacional los daños a la salud tanto del entorno como del ser humano.

Por otra parte, se identificaron efectos a la salud por exposición crónica a diversos contaminantes que antes no eran identificados como riesgosos, o inclusive, que eran considerados de uso benéfico, pero cuyos efectos de exposición a través de los años generaban daños a la salud. Un claro ejemplo fueron los efectos de los pesticidas. En 1962 se publicó el libro “*Silent Spring*” de Rachel Carson, en el cual se describen los efectos perjudiciales de los pesticidas en el medio ambiente. Por primera vez se habló del peligro de usar DDT y otros productos químicos utilizados como pesticidas; se identificó no sólo su toxicidad, sino también su capacidad para persistir en los organismos por medio de la acumulación en los tejidos grasos. Otra situación fue el de uso de cloro para la potabilización del agua en las grandes urbes, que si bien ayuda a eliminar microbios patógenos que han originado epidemias, genera otros tipos de enfermedades resultantes de su exposición a través de los años.

A partir de estas situaciones fue necesario el desarrollo de una conciencia sobre los riesgos químicos; por lo tanto, surgió dentro del campo de la salud ambiental el análisis de nuevas amenazas, y, sobre todo, el reconocimiento de cómo en las grandes ciudades estas amenazas aumentan; se analizó también cómo se incrementaba la vulnerabilidad de la población urbana y sus percepciones. Otro de los riesgos asociados con el crecimiento urbano es el generado con el incremento del uso de vehículos motorizados para satisfacer la necesidad de desplazamientos y traslado, lo cual incrementa la contaminación del aire y los accidentes.

Una de las aportaciones más importantes sobre la visión de la salud ambiental en este periodo es la propuesta por René Jules Dubos, quien a partir de la búsqueda de las influencias medioambientales en los mecanismos de la enfermedad, propuso un modelo global el cual plantea que cualquier ser vivo sólo podría entenderse en el contexto de las interacciones que mantiene con todo lo demás. Dubos planteó que el problema no era el control de la enfermedad sino la promoción de la salud; afirmó que el hombre nunca se verá libre de la enfermedad porque debe adaptarse continuamente a un entorno cam-

biante... “estar sano no significa no padecer enfermedad sino poder funcionar, hacer lo que uno quiere y conseguir lo que desea.” Le preocupaba la adaptación dócil y acrítica de la gente a su entorno, que no le molestara vivir las consecuencias del deterioro ambiental que ellos mismos habían ocasionado. *Piensa globalmente, actúa localmente* fue uno de sus lemas que sigue inspirando a ecologistas en la actualidad.

1.2.4 Riesgos en la capa compartida de la atmósfera: de 1985 a nuestros días

Los riesgos actuales y las problemáticas recientes que ha enfrentado el campo de la salud ambiental son principalmente de tipo global. Problemas como el incremento acelerado de la población mundial, el abasto de alimentos, de energía y de materias primas aparecen como líneas de atención prioritaria. De acuerdo con Frumkin (2005), conforme transcurre el siglo XXI, los abordajes sanitarios de la salud ambiental, así como los riesgos químicos, siguen siendo relevantes pero viendo a futuro se identifican algunas tendencias que enriquecen la salud ambiental, entre ellas: a) la justicia ambiental, b) cambio global, c) comunidades y grupos vulnerables y c) movimientos hacia la sustentabilidad.

De estas, quizá la que ha caracterizado este periodo es la de cambio global. La sobreexplotación de los recursos del planeta y su impacto a la salud, tanto del ecosistema como del hombre, son temas de atención mundial y prioritaria. Esta sobreexplotación dejó de ser de algunos países y, en agosto de 2012, pasó a ser mundial, reconociendo que se había rebasado la capacidad del planeta para regenerarse ante las presiones humanas; las demandas de la población humana son mayores al funcionamiento de la naturaleza, comenzando un agotamiento global en perjuicio de la estabilidad futura. La seguridad alimentaria frente a la demanda ligada al crecimiento de la población mundial, la pobreza alimentaria, y el cambio en los patrones de preferencia alimenticia constituyen otros de los retos, ya que el cambio climático y su efecto en la disposición de agua para la producción, así como en la degradación del suelo y pérdida de biodiversidad, pone en riesgo esta seguridad e incrementa la población de migrantes por degradación ambiental. Dada la magnitud y diversidad de cada uno de estos problemas y las consecuencias del mismo tanto en la salud del ecosistema como la salud humana, el cambio climático ha sido considerado como el principal desafío de la salud ambiental en el siglo XXI y las muertes por olas de calor como el nuevo desastre.

En la época actual, la concepción de la salud ambiental incorpora una idea de salud asociada con el estado de bienestar, el cual se relaciona con factores físicos, químicos, biológicos, sociales, y psicosociales. Asimismo, enfatiza en la valoración del ambiente asociada al estudio de los servicios ecosistémicos y en el bienestar humano ligado a la salud física, mental, individual, y comunitaria, con acceso a los satisfactores esenciales para el desarrollo, libertad y felicidad.

La definición de la salud ambiental más conocida en la actualidad es la aportada por la Organización Mundial de la Salud en 1993 que la define como “La relación entre aquellos aspectos de la salud humana incluyendo la calidad de vida, que son determinados por factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicológicos en el medio ambiente. También se refiere a la teoría y práctica de valorar, corregir, controlar y evitar aquellos

factores en el medio ambiente que potencialmente puede perjudicar la salud de las generaciones actuales y futuras” (OMS, 1993: 1).

2. Un diálogo entre el campo de la alfabetización científica y el de la salud ambiental.

El análisis histórico de los campos de la alfabetización científica y la salud ambiental a través de los cuatro periodos (ver Tabla 1), permite identificar las características tanto de su surgimiento como su desarrollo; asimismo, ayuda a sustentar los vínculos que se han ido estableciendo entre dichos campos a partir de los cuales plantearé las fortalezas que contribuyen avanzar en la construcción de sociedades con mayor bienestar.

2.1 Del enfoque exclusivo y positivista al enfoque social y crítico

Las necesidades, las condiciones y los intereses sociales a partir de los cuales surge tanto el campo de la alfabetización científica como el de la salud ambiental nos remiten a objetos de estudio cuyos abordaje e indagación se basan principalmente en la utilización del método científico como el único método de estudio válido para explicar y comprender los fenómenos naturales e incluso los sociales. Podríamos decir que en los primeros dos periodos analizados (antes de 1945 y de 1945 a 1956) el positivismo constituyó la principal corriente filosófica a partir de la cual se desarrollan ambos campos. Kincheloe (2008) resume la cultura del positivismo en las siguientes seis asunciones epistemológicas (con dimensiones ontológicas): *formal, intratable, descontextualizada universalista, reduccionista y unidimensional*.

Sus implicaciones repercuten en el campo de la educación y específicamente de la alfabetización científica, dado que por un tiempo se consideró que los recursos del comportamiento eran externos y pertenecientes al entorno. En consecuencia, había un rechazo hacia la introspección y la conciencia. Los diseños curriculares proponían el desarrollo de una secuencia de contenidos conceptuales definitivos y de verdades incuestionables, organizadas según la lógica de la disciplina.

Por su parte, el campo de la salud ambiental se constituyó bajo una visión desde la cual lo importante era controlar la enfermedad desde un abordaje de causa-efecto, pero difícilmente se analizaba los impactos que se estaban causando por el deterioro ambiental y sus efectos en el bienestar humano; asimismo, las fuerzas que ocasionan presión y deterioro al ambiente, incluyendo las de organización social (económicas, políticas, etc.) escasamente se consideraban.

Los avances logrados en cada uno de los campos bajo las orientaciones del positivismo tuvieron límites originados principalmente por el reconocimiento de la complejidad que caracteriza tanto al ser humano como al entorno natural y social, y de la naturaleza cambiante de los procesos sociales, culturales, políticos y ambientales.

A finales de la década de los cincuenta y principios de los sesentas, ambos campos experimentaron cambios significativos en sus visiones, en sus objetos de estudio y, sobre todo, en las formas de investigar e interpretar su realidad. Tanto el campo de la salud

Tabla 1. Periodos de análisis y desarrollo de la alfabetización científica y la salud ambiental y sus características

Periodo	Alfabetización Científica	Desastre histórico mayor	Salud Ambiental
Antes de 1945	La ciencia para unos pocos. 	Los 10 principales episodios de muertes por epidemias (bacterias y virus) de los últimos 112 años, se presentó entre 1901 y 1926 con 9 millones de muertes acumuladas 	Riesgo sanitario microbiológico
De 1945 a 1956	El aprendizaje de las ciencias como meta educativa	En 1952, se tiene el periodo de mayor daño histórico en relación a muertes por contaminación del aire, con 4,000 muertes en Londres del 4 al 8 de diciembre. 	Riesgo sanitario y químico toxicológico.
De 1957 a 1984	Conocimiento científico y responsabilidad social	La sociedad se vuelve más vulnerable por el tipo de crecimiento urbano acelerado. Además que las ciudades como concentradoras de población se vuelven espacios de alta presión y contaminación ambiental.	El riesgo socio organizativo se incrementa por el disparo del crecimiento poblacional descontrolado y el incremento de la vulnerabilidad en los núcleos urbanos. 
De 1985 a la fecha	Alfabetización científica en un mundo globalizado	Los 9 mayores episodios de muerte por olas de calor en los últimos 112 años, se presentó en Europa y Asia entre 1998 a 2010 con 127,000 muertes. 	Riesgo por cambios globales 

ambiental como el de la alfabetización científica ampliaron sus dominios y se fortalecieron a través de los abordajes interdisciplinarios, a partir de los cuales asumieron nuevas modalidades de producción de conocimientos e incorporaron metodologías de investigación alternativas. Se incluyeron perspectivas socio-culturales, a partir de las cuales la visión del mundo y de sus acontecimientos dejó de ser estable y pasó a ser dinámica y diversa, también pasó de lo lineal a lo complejo.

Frente a un deterioro ambiental de gran magnitud, los múltiples daños a la salud y una urgente necesidad de atenderlos de las formas más efectivas, hoy en día los vínculos entre el campo de la salud ambiental y la alfabetización científica resultan sumamente trascendentes. En las últimas décadas, el impulso a la promoción de la salud humana a través de organismos internacionales, así como de espacios de educación formal y no formal y en medios de comunicación, ha sido constante, pero los resultados no han sido los esperados.

Desde 1995, por iniciativa de la OMS, se implementaron programas de salud y educación para la salud en las escuelas bajo la consideración de que dichos programas podían ser una de las inversiones más efectivas, dado que permiten mejorar la educación y la salud al mismo tiempo. Considerando este planteamiento, asumimos que una sociedad alfabetizada científicamente en el cuidado de la salud aumenta significativamente su nivel de bienestar, dado que posee las competencias que le permiten atender de mejor manera su salud y la de su entorno. Es decir, la alfabetización científica puede ser considerada como un indicador de acción de salud ambiental en las comunidades, cuando se dirige a reducir presiones al ambiente o a la exposición de medios contaminados.

3. Indicadores de la Salud Ambiental como referentes de la Alfabetización Científica

Los indicadores tienen diversas funciones, pero una de ellas es que permiten incidir en el conocimiento para ayudar a los individuos a informarse y tomar mejores decisiones y apreciar mejor los riesgos ambientales a los que están expuestos y las oportunidades personales para evitarlos o reducirlos y, por lo tanto, minimizar el impacto a la salud. Es decir, son una vía para alcanzar los fines de una toma de decisiones conscientes para interactuar de modo efectivo con la realidad cotidiana, como se justifica la alfabetización científica.

Los indicadores de salud ambiental son aquellos que permiten identificar un estado de deterioro ambiental al que las personas y comunidades están expuestos, como es la contaminación del aire, del agua o de los alimentos. La vida actual y, sobre todo, el bienestar, dependen de tomar decisiones que requieren información oportuna, precisa y fiable acerca del ambiente y la salud. Los indicadores poseen el potencial de constituir importantes herramientas en la comunicación científica y técnica, transformando la información en acción, y por ende, en alfabetización científica.

Dadas las características y las funciones que tienen los indicadores de salud ambiental, consideramos su información relevante para identificar las principales problemáticas ambientales y, en consecuencia, para comunicarlas a la ciudadanía y orientar estrategias de alfabetización científica. En este sentido, y desde la Visión II de alfabetización cientí-

fica, los indicadores ambientales contribuyen a la adquisición de conocimiento científico socialmente relevante, el cual puede ser utilizado en la solución de problemas ambientales. Es decir, permiten que la alfabetización científica, tanto formal como no formal, atienda de manera efectiva las problemáticas presentes en el campo de la salud ambiental.

Desde este marco en torno a los indicadores de salud ambiental, realizamos un ejercicio para identificar la principal problemática ambiental presente en la segunda ciudad más poblada de México: Guadalajara. Una vez identificada planteamos que una de las mejores estrategias para atenderla es a través de la alfabetización científica ciudadana.

Nuestros principales referentes son tres: a) un foro ciudadano local realizado en 1995, en donde se rescatan las principales problemáticas ambientales identificadas por los distintos sectores sociales; b) un reporte científico global publicado en el 2012 sobre la calidad del aire realizado por *the United Nations Environment Program*, y 3) un estudio realizado por Bell *et al.* (2011) sobre la contaminación atmosférica en dieciséis ciudades latinoamericanas.

3.1 Foro de ecología en la zona metropolitana de Guadalajara

La información proporcionada por los habitantes en torno a las condiciones ambientales de la comunidad donde viven es de suma importancia, dado que son ellos quienes se ven afectados por el entorno. Uno de los estudios más completos en torno a los problemas identificados por los habitantes de la ciudad de Guadalajara fue el Foro de Ecología organizado por el Ayuntamiento de Guadalajara (1995), con el fin de estructurar el Plan de Desarrollo Municipal. En él se presentaron temas ambientales que se consideran relevantes para que los participantes los valoraran en orden de importancia. La convocatoria fue abierta y difundida por medio de diarios locales y spots de radio. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

En la tabla anterior podemos observar que la contaminación del aire se ubica dentro de los tres principales problemas mencionados por los distintos sectores sociales participantes.

3.2 El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y los indicadores de la contaminación del aire en las ciudades latinoamericanas

Estudios realizados en años recientes permiten ratificar que la problemática de contaminación del aire es cada vez más grave, principalmente en la ciudad de Guadalajara. En el *UNEP Year Book 2012*, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente considera por segundo año consecutivo el tema de contaminación del aire y la salud humana en las ciudades como uno de los temas emergentes en el medio ambiente global. Tanto en 2011 como en 2012 se presenta como un indicador relevante la contaminación del aire urbano a nivel mundial, incluyendo tres contaminantes criterio: el material particulado menor de diez micras, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. En el continente Americano, los tres países con mayor problema en el material particulado resultaron ser Argentina, Chile y México. Para dióxido de nitrógeno, los países con más

Tabla 2. Principales problemas ambientales identificados por diferentes sectores sociales

SECTORES PARTICIPANTES	Número de participantes	Contaminación del aire	Contaminación del agua	Residuos sólidos municipales	Deforestación	Crecimiento urbano desordenado	Pérdida de biodiversidad	Riesgo	Pobreza	Residuos Peligrosos	Crecimiento poblacional	Desertificación	Alimentos de baja calidad	Contaminación del suelo	Consumismo	
Académico	14															
Gubernamental	11															
Empresarial	9															
ONG	8															
Productores Agrícolas	8															
Social (sector salud)	7															
Ciudadanos sin afiliación	7															
Jóvenes (< 25 años)	6															
Total	70	8	8	8	7	7	7	5	5	5	4	3	1	1	1	

Fuente: Curiel y Garibay (2006).

contaminación son: Brasil, México y Venezuela; y en caso del dióxido de azufre: México, Argentina y Brasil. Es decir, una primera conclusión es que México es un país que a nivel mundial requiere de una alfabetización científica desde el problema de salud ambiental derivado de la contaminación del aire en ciudades, donde habita el 77% de su población.

En el 2011, Bell *et al.* realizaron una investigación sobre indicadores de salud ambiental a partir de contaminación de aire en 16 ciudades de América Latina, donde seleccionan para México seis ciudades: Toluca, Puebla, Guadalajara, Ciudad de México, Juárez, y Monterrey.

El estudio resulta interesante y nos presenta la contribución de la salud ambiental a la alfabetización, pues si solo tomamos la información, por ejemplo, de contaminación promedio por material particulado menor de 10 micras, encontramos que el orden de las ciudades estudiadas en función de una condición buena a mala es la siguiente: Toluca – Puebla – Guadalajara – Ciudad de México – Juárez – Monterrey.

Pero a través del indicador de salud ambiental sobre el cual se ordenan las ciudades en relación a población menor de 15 años (que es la más vulnerable) expuesta a niveles de contaminación por material particulado que afecta la salud, el orden sería: Juárez – Toluca – Puebla – Monterrey – Guadalajara – Ciudad de México.

Numerosos estudios reportan que los niños menores de cinco años de edad son más vulnerables a sufrir daños en su salud a nivel agudo y crónico al exponerse a contaminantes del aire. La inmadurez fisiológica expresada en órganos, tejidos y sistemas (nervioso,

inmunológico, endocrino, respiratorio) aún no desarrollados y en crecimiento les genera mayor susceptibilidad a sufrir daños por los contaminantes. Los niños pequeños inhalan más aire proporcionalmente a su peso corporal que los adultos, están más expuestos a contaminantes e ingresan más compuestos nocivos a su organismo. (Makri and Stilianakis, 2008; WHO 2005; Salvi 2007).

Lo anterior sería la resultante de cambiar de un indicador de estado (niveles promedio de contaminación) a uno de exposición. Es decir, que la necesidad de alfabetización científica para saber cómo no exponerse a niveles peligrosos de contaminación y proteger la salud es mayor en Guadalajara y en la Ciudad de México.

Sin embargo, cuando se aborda el indicador sobre cuáles son las fuerzas que originan dicha contaminación, se reconoce como fuente principal (>70%) la aportada por vehículos automotores, que cuando se analiza la proporción de número de vehículos por habitantes, ésta es mayor en la ciudad de Guadalajara que en la ciudad de México.

En síntesis, a partir de estos referentes (Curiel and Garibay, 2008; UNEP, 2012 y Bell *et al.* 2010) ratificamos que la principal problemática ambiental que presenta la ciudad de Guadalajara es la de contaminación del aire. Asimismo, reconocemos que una estrategia para atenderla es incrementar las capacidades sociales en el campo de la alfabetización científica de sus habitantes. La contaminación del aire es un problema de salud ambiental con tendencia a incrementarse en los últimos años si no se toman medidas orientadas a resolver las causas estructurales que la provocan. Por otro lado, es un problema ante el cual estamos expuestos y que su solución no depende solo de la voluntad individual, sino del interés colectivo y voluntad política. Esto es, que la contaminación del aire implica una exposición ante la cual el ciudadano debe reducir su vulnerabilidad para disminuir daños en su salud.

3.3 La contaminación del aire como un tema relevante para atender la alfabetización científica de los ciudadanos de Guadalajara

Consideramos que el análisis de indicadores de salud ambiental es una fuente de datos valiosa para orientar los procesos de alfabetización científica; es decir, una población alfabetizada científicamente es capaz de detener y revertir el riesgo que representa la contaminación atmosférica para su salud. De acuerdo con datos de la OMS (2011), se estima que la contaminación del aire causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año en todo el mundo, situación que es posible revertir en la medida en que los ciudadanos tomen decisiones pertinentes en el cuidado de su salud y de la salud de sus ecosistemas.

La importancia que le otorgamos a la calidad del aire radica en el reconocimiento de que todos, sin distinción, somos afectados y/o beneficiados por ella, ya que es nuestro principal enlace con el ambiente. Cada vez que respiramos estamos en vínculo y a la vez expuestos a su deterioro y calidad, por tanto su estudio así como la concientización en torno al tipo de prácticas que perjudican su estado, constituyen un aspecto fundamental para el desarrollo de sociedades sostenibles. Además, la calidad del aire es un indicador que a su vez permite evaluar las prácticas civilizatorias de las comunidades humanas

tales como: prácticas de producción y consumo, de movilidad y de industrialización. En consecuencia, se asume que la calidad del aire es un indicador del grado de alfabetización científica de las comunidades y de su relación con el ambiente. En el aire, los humanos hacemos evidentes formas de vida, nuestros actos y nuestras decisiones en relación con nuestro planeta.

En general, los residentes con bajo nivel educativo (analfabetos o estudios de primaria) presentan un mayor número de muertes por efectos relacionados con la contaminación del aire que aquellos con alto nivel educativo (escuela media o superior). Las estimaciones de los efectos de los contaminantes fueron 1-2 veces mayores en el grupo de bajo nivel educativo en comparación con el grupo de alto nivel (Kan *et al.* 2008).

En muchos países, el tráfico vehicular es la principal fuente de contaminación atmosférica en las zonas urbanas, donde vive la mayoría de la gente. En 1989, Denver, Colorado, mostró riesgos elevados de cáncer entre los niños que vivían cerca de las calles con alta densidad de tráfico. Estos resultados indican una asociación entre la densidad de tráfico cerca de la casa ocupada en el momento del diagnóstico y el cáncer infantil (0-4 años de edad). Hay evidencia del aumento del riesgo de cáncer y leucemia en relación con el incremento de la densidad de tráfico (Savitz, 1989).

Por otra parte, la obesidad infantil se ha convertido en un importante problema de salud pública en los Estados Unidos y otros lugares. Recientemente, investigadores examinaron el papel de la densidad del tráfico en torno a las casas de los niños. Jerrett *et al.* (2010) encontraron que los niveles más altos de tráfico de vehículos se asociaron con un mayor índice de masa corporal alcanzado (IMC medido como kg / m²) en los niños 10 a 18 años de edad.

Otras investigaciones indican que la exposición a la contaminación del aire, causada por el tráfico de las grandes ciudades, pueden operar a través de las vías inflamatorias para desatar procesos metabólicos que contribuyen a la formación de la diabetes (Brook *et al.* 2008).

Como investigadores, profesores y divulgadores de las ciencias de la salud ambiental, y retomando el concepto de salud ambiental que implica la teoría y la práctica de evaluar, corregir y prevenir los factores del entorno que pueden potencialmente afectar negativamente a la salud de las generaciones presentes y futuras (CIEH, 1995), consideramos que la alfabetización para la salud ambiental es efectiva cuando permite a los individuos tomar decisiones que mejoren su salud y bienestar.

En consecuencia, y dada la situación que se vive en la Ciudad de Guadalajara, urge que los diseños curriculares, tanto para la educación obligatoria así como para la educación no-formal, sean flexibles y con capacidad para atender las problemáticas que más daño están causando a la salud humana y a la del entorno. Un mayor esfuerzo será necesario para la aplicación de estrategias de alfabetización que atiendan a toda la población que no está en un proceso educativo formal. La situación que vive actualmente Guadalajara es una muestra de que sus ciudadanos no tienen una alfabetización que les permita una vida con calidad y no son capaces de reducir la fuente de contaminantes (autos) o la exposición a la contaminación.

A partir de este breve bosquejo sobre el problema de la contaminación del aire en las ciudades y sus implicaciones para la salud de sus habitantes, destacaremos la importancia de enfocar los esfuerzos hacia la alfabetización ciudadana en torno temas o situaciones que cumplan con los criterios sugeridos por Aikenhead (2011), “Solidez y relevancia educativa”, en lugar de conveniencia política. Considerando estos criterios, las temáticas de salud ambiental deben ocupar un lugar privilegiado en los programas de estudio de ciencias y deben promover una ciudadanía educada capaz de examinar críticamente cuestiones de importancia local y significado global de manera diferente a cómo lo hacen actualmente que (Dillon, 2012a).

4. Atención de problemas del campo de la salud ambiental: una oportunidad para mejorar la alfabetización científica ciudadana

La alfabetización científica necesaria para abordar problemáticas ambientales requiere una colaboración interdisciplinaria entre las ciencias naturales y sociales. Chapin *et al.* (2011), destacan que las estrategias para la transformación socio-ecológica que permita revertir la degradación planetaria deben proponer una alfabetización interdisciplinaria y diseñar estrategias de participación comunitaria para su atención.

Por otra parte, cuando hablamos de la alfabetización de la ciudadanía en torno a la salud ambiental, queremos destacar que el concepto no se reduce ni a las acciones de los individuos dirigidas a la atenuación de los problemas ni a la mitigación de los impactos ambientales por el sistema de desarrollo prevaleciente. Sino que también considera la capacidad de transformación que se deriva en la conciencia social que lleva a una mejor relación cultural con el medio y a que los individuos y comunidades asuman los asuntos ambientales como un asunto de interés, responsabilidad y actuación colectiva. La alfabetización científica debe reconocer la necesidad de hacer de la ciencia una herramienta cultural y socialmente relevante (Roth y Barton, 2004).

En consecuencia, y retomando el problema de la contaminación del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, consideramos que su situación actual refleja la calidad de las prácticas civilizatorias de sus habitantes, que si bien se han emprendido acciones para su solución, éstas no han tenido los efectos esperados. Lo que consideramos más relevante es que esta situación, por problemática que sea, representa una oportunidad para emprender prácticas comunitarias que constituyan un proceso de alfabetización científica permanente que contribuya a un mejor conocimiento para la toma de decisiones para el bienestar de la población.

Reconocemos que la salud ambiental es una condición para el desarrollo sostenible al que aspiramos; no sólo un tema técnico y especializado, sino humano. Sobre todo porque el reto más importante es generar un mejor entendimiento de los problemas ambientales y de salud y brindar herramientas que posibiliten a los ciudadanos una acción más participativa y comprometida para buscar y desarrollar acciones y estrategias para su atención.

Centrándonos en temas de salud y medio ambiente podríamos motivar a más estudiantes a apreciar el valor de la ciencia y a que la estudien a lo largo de la vida, ya sea en la escuela o en otros lugares (Dillon, 2012).

Referencias Bibliográficas

- Aikenhead, G. (2012). Towards a cultural view of quality science teaching. In D. Corrigan, J. Dillon, & R. Gunstone (Eds), *The professional knowledge base of science teaching* (107-127). Dordrecht: Springer.
- Akker, J. (1998). The Science Curriculum: between Ideals and Outcomes. En Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (Ed). *International Handbook of Science Education*. 421-447. (Kluwer Academic B; Dordrecht).
- Bell, M.L.; Cifuentes, L.A.; Davis, D.L.; Cushing, E.; Gusman Telles A.; Gouveia N. (2011). Environmental health indicators and a case study of air pollution in Latin American cities. *Environmental Research* 111, 57-66.
- Brook, RD, Jerrett M, Brook JR, Bard RL, Finkelstein MM. (2008). The relationship between diabetes mellitus and traffic-related air pollution. *J Occup Env Med*, 50:32–38.
- Brown, B.; Reveles, J.; Kelly, G. (2005). Scientific Literacy and Discursive Identity: A Theoretical Framework for Understanding Science Learning. *Science Education* 89:779– 802.
- Chapin, F.S. III; Pickett, S.; Power, M.; Jackson, R.; Carter, D. & Duke, C. (2011). Earth stewardship: a strategy for social–ecological transformation to reverse planetary degradation. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 1:44–53.
- CIEH (1995). The UK Environmental Health Action Plan - A Response by the CIEH. Chartered Institute of Environmental Health, London.
- Corvalán, C.; Briggs, D.; & Zielhuis, G. (Eds.). (2000). Decision-making in Environmental Health: from Evidence to Action. London: E&FN SPON.
- Curiel, A. y Garibay, M.G. (2006). Limitantes al desarrollo sustentable en Jalisco. Marco para una agenda educativa participativa. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 6, 582-601.
- Dillon, J. (2012). “Science, the Environment and Education Beyond the Classroom”. In Fraser, B.; Tobin, K. & McRobbie, C. (Eds). *Second International Handbook of Research in Science Education*. Netherlands: Springer. Pp. 1081-1095.
- Dillon, J. (2012a). “Science, environment and health education: towards a reconceptualisation of their mutual interdependences”. In: Zeyer, A., & Kyburz-Graber, R. (Eds.) *Science | Environment | Health. Towards a renewed pedagogy for science education*. Dordrecht: Springer.
- Foskett, E. W. (1999). “Historical development of environmental health in the UK” In: Bassett, W. H. *Clay’s Handbook of Environmental Health*. London: E&FN SPON.
- Frumkin, H. (2005). *Environmental Health: from global to local*. USA: Jossey-Bass.

- Garibay, M.G. y Curiel, A. (2005). Salud ambiental, campo de la complejidad ambiental. *Revista Ideas Ambientales* 2: 229-235.
- Hurd, P.D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Jenkins, E. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21, 703-710.
- Jerrett M, McConnell R, Chang CCR, Wolch J, Reynolds K, Lurmann F, Gilliland F, Berhane K. (2010). Automobile traffic around the home and attained body mass index: a longitudinal cohort study of children aged 10-18 years. *Preventive Medicine*, 50(1): S50-S58.
- Kan H, London SJ, Chen G, Zhang Y, S G, Zhao N, Jiang L, Chen B. Season. (2008). Sex, Age, and Education as Modifiers of Effects of Outdoor Air Pollution on Daily Mortality in Shanghai, China: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Study. *Environmental Health Perspectives*. 116: 9.
- Kincheloe, J. L. (2008). *Knowledge and critical pedagogy: An introduction*. Dordrecht: Springer.
- Makri, A; Stilianakis, N. I. (2008). Vulnerability to air pollution health effects. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211: 326-333
- NASTA: National Science Teachers Association (1971). NSTA position statement on school science education for the 70's. *The Science Teacher*, 38, 46- 51.
- National Society for the Study of Education. (1947). *Science education in American schools: Forty-sixth yearbook of the NSSE*. Chicago: University of Chicago Press.
- Organización de las Naciones Unidas: ONU, (1945). *Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos Humanos*. Consultado en: <http://www.un.org/es/charter-united-nations/index.html>
- Organización Mundial de la Salud: OMS. (1993). Definition of Environmental Health Developed at WHO consultation in Sofia, Bulgaria, as in (2001) An Ensemble of Definitions of Environmental Health, U.S. Department of Health and Human Services, Environmental Health Policy Committee, and Risk Communication and Education Subcommittee. <http://www.health.gov/environment/DefinitionsofEnvHealth/ehdef2.htm>
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/Science Literacy. En S.A.Abell & N.G. Lederman (Eds.) *Handbook of research on Science Education*, New Jersey: Lawrence Earlbaum, 729-781.
- Roth, W.-M. & Barton, A.C. (2004). *Rethinking scientific literacy*. New York: Routledge Falmer.
- Roth, W. M., & Lee, S. (2002). Scientific literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11, 1 - 24.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Síntesis Educación.

Salvi, S. (2007). Health effects of ambient air pollution in children. *Pediatric Respiratory Reviews*, 8:275-280

Savitz DA., y Feingold L. (1989). Association of childhood cancer with residential traffic density. *Scandinavian Journal Work Environment & Health*.15:360-3.

World Health Organization: WHO, (2011). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide. Summary of risk assessment.

World Health Organization: WHO, (2005). The Effects of Air Pollution on Children's Health and Development: A Review of Evidence. WHO Publications, Copenhagen.

Presentada el: 20/02/2013

Aceptado en: 20/01/2015

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC944V1842015>

EL CAMPO DE LA SALUD AMBIENTAL: UNA OPORTUNIDAD PARA ALCANZAR LAS METAS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

SILVIA LIZETTE RAMOS DE ROBLES
MARÍA GUADALUPE GARIBAY CHÁVEZ
ARTURO CURIEL BALLESTEROS

Resumen: Este trabajo destaca la importancia de la conexión entre la salud ambiental y la alfabetización científica. A través de un enfoque histórico se describen las aportaciones de la salud ambiental a la alfabetización científica y se analiza un caso contemporáneo: la contaminación del aire y la salud humana en las zonas urbanas. Destacamos la importancia de aprender acerca de la exposición diaria a la contaminación del aire y los efectos sobre la salud humana, cuando la calidad del aire se deteriora. Establecemos al aire como un indicador de la salud ambiental y un punto de referencia que deberá figurar en la alfabetización científica para que las personas sean capaces de tomar decisiones responsables para su bienestar, así como para el de las comunidades.

Palabras Clave: alfabetización científica; salud ambiental; contaminación del aire; ciudadanía.

Abstract: This paper highlights the relevance of the connection between environmental health and scientific literacy. It takes a historical approach looking at the contribution of environmental health to scientific literacy and it analyzes a contemporary case: air pollution and human health in urban areas. We recognize the importance of learning about daily exposure in large cities with regard to air and the effects on human health when air quality deteriorates. This allows establishing air as an indicator of environmental health and a relevant benchmark to be included in scientific literacy in order for individuals to be able to make responsible decisions for the well-being of healthy persons, and communities.

Key words: scientific literacy; environmental health; air pollution; citizenship.

Resumo: Este artigo destaca a importância da conexão entre saúde ambiental e alfabetização científica. Através de uma abordagem histórica se descrevem as contribuições da saúde ambiental para a educação científica e se analisa um caso contemporâneo: a poluição do ar e a saúde humana em áreas urbanas. Reconhecemos a importância de se aprender sobre a exposição diária à poluição do ar nos

grandes centros urbanos e sobre seus efeitos na saúde humana, quando se deteriora a qualidade do ar. Isso permite estabelecer o ar como um indicador da saúde ambiental e um ponto de referência para ser incluído na alfabetização para que as pessoas possam ser capazes de tomar decisões responsáveis para seu bem-estar e para o bem-estar das comunidades.

Palavras-chave: alfabetização científica; saúde ambiental; poluição do ar; cidadania.
