

# Aire y salud

María Guadalupe Garibay Chávez  
Coordinadora

Cuerpo Académico Salud Ambiental  
y Desarrollo Sustentable



Universidad de Guadalajara



**Aire y salud**

# Aire y salud

**María Guadalupe Garibay Chávez**

**Arturo Curiel Ballesteros**

**Martha Georgina Orozco Medina**

**Javier García Velasco**

**Gabriela Hernández Pérez**

**Genoveva Pinal Gómez**

**María Luisa García Bátiz**

**Verónica Herrera Torres**



Universidad de Guadalajara  
Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas  
Cuerpo Académico de Salud Ambiental y Desarrollo Sustentable

Con el apoyo del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional  
para la Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública  
y del Instituto Nacional de Ecología

Apoyado  
por el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional  
para la Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública

Primera edición aceptada en 2008,  
publicada en 2009

D. R. © de esta edición,  
Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas  
y Agropecuarias  
Instituto de Medio Ambiente  
y Comunidades Humanas  
Km. 15.5 Carretera a Nogales  
45110 Zapopan, Jalisco

© María Guadalupe Garibay Chávez, Arturo Curiel Ballesteros,  
Martha Georgina Orozco Medina, Javier García Velasco, Gabriela  
Hernández Pérez., Genoveva Pinal Gómez, María Luisa García Bátiz,  
Verónica Herrera Torres

ISBN 978-607-450-091-2

Impreso y hecho en México  
Printed and Made in Mexico

**Índice**

<b>Presentación</b>	<b>17</b>
<b>1. Indicadores de salud ambiental en materia de calidad del aire para la zona metropolitana de Guadalajara</b>	<b>21</b>
Genoveva Pinal Gómez y Arturo Curiel Ballesteros	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>21</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>22</b>
Modelo para la construcción de indicadores DPSEEA	23
Criterios de calidad para la evaluación y selección de indicadores	24
Elaboración de la ficha técnica de los indicadores seleccionados	25
<b>RESULTADOS</b>	<b>26</b>
Indicadores de fuerzas impulsoras	27
<i>Índice de motorización</i>	27
<i>Vehículos con motor diesel</i>	28
Indicadores de presión	29
<i>Antigüedad del parque vehicular</i>	29
Indicadores de estado	31
<i>Días en que el ozono (o<sub>3</sub>) rebasa su norma</i>	31
<i>Promedio anual de PM<sub>10</sub></i>	33
Indicadores de exposición	34
<i>Zonas críticas urbanas expuestas a contaminación del aire</i>	34
Indicadores de efecto	36
<i>Mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRAs)</i>	36

<i>Mortalidad por cáncer de pulmón</i>	37
Diagnóstico de la salud ambiental	38
CONCLUSIONES	41

## **2. Contaminación del aire en la zona metropolitana**

### **de Guadalajara y el cáncer de pulmón** **43**

Verónica Herrera Torres y Arturo Curiel Ballesteros

#### **INTRODUCCIÓN** 43

#### **METODOLOGÍA** 46

Variables de exposición 46

Variables de vulnerabilidad 47

Criterios de inclusión 47

Criterios de exclusión 47

Recolección de información 48

Tipos de análisis 48

#### **RESULTADOS** 49

Factores ambientales o de exposición 50

*Exposición a humo de tabaco* 50

*Exposición a agentes cancerígenos derivados de solventes, y residuos de diesel, petróleo y leña* 50

*Exposición a emisiones industriales* 50

*Exposición a contaminación del aire por partículas* 50

*Exposición a plaguicidas* 52

Factores sociales o de vulnerabilidad presentes en los pacientes con cáncer de pulmón 52

*Antecedentes heredofamiliares de cáncer* 52

*Alcoholismo* 54

*Grado de escolaridad* 54

*Género* 54

*Consumo de alimentos protectores* 54

*La edad de presentación de cáncer de pulmón* 56

Asociación de variables 56

<i>Asociación entre la edad de presentación del cáncer y la exposición a humo de tabaco</i>	56
<i>Asociación entre la edad de presentación del cáncer y el consumo de alimentos protectores</i>	58
<i>Asociación entre exposición a contaminación del aire por partículas y la edad de presentación del cáncer de pulmón</i>	58
<i>Asociación entre el tránsito vehicular y la edad de presentación del cáncer de pulmón</i>	58
<i>Asociación entre alcoholismo y la edad de presentación del cáncer de pulmón</i>	59
<i>Otras asociaciones</i>	59
Análisis de varianza	59
<i>Edad y exposición a humo de tabaco</i>	60
<i>Edad y consumo de alimentos protectores</i>	60
CONCLUSIONES	61

## **3. Calidad bacteriológica del aire en el centro histórico**

### **de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México** **63**

Javier García Velasco, Ana Xóchitl González Becerra, Martha Orozco

Medina, Josefina Casas Solís, Beatriz Rodríguez Pérez,

Aurora Rosas Ramírez y Gabriela Hernández Pérez

#### **INTRODUCCIÓN** 63

#### **METODOLOGÍA** 65

Identificación de los puntos de muestreo 65

Toma de muestras y métodos utilizados 66

Aislamiento e identificación de bacterias 67

#### **RESULTADOS** 69

Composición bacteriológica del método por gravedad 69

Composición bacteriológica del método mecánico 74

#### **CONCLUSIONES** 78

#### 4. Factores sociales que influyen en la percepción del riesgo

##### por la contaminación del aire en la zona de Miravalle 81

Gabriela Hernández Pérez, María Luisa García Bátiz, María Guadalupe

Garibay Chávez, Martha Georgina Orozco Medina y Javier García Velasco

INTRODUCCIÓN 81

METODOLOGÍA 88

RESULTADOS 92

La percepción social de los riesgos en Miravalle 92

Características generales de la población encuestada 92

Percepción de los peligros ambientales 96

Relación entre los factores sociales y la percepción del riesgo 96

*Sexo y percepción del riesgo* 96

*Edad y percepción del riesgo* 96

*Escolaridad y percepción del riesgo* 98

*Ingreso y percepción del riesgo* 99

Otros factores que influyen en la percepción social del riesgo 100

*Experiencias desagradables y percepción del riesgo* 100

*Disponibilidad de la información y percepción del riesgo* 102

CONCLUSIONES 103

#### 5. Análisis de un esquema de participación

##### interinstitucional en atención a la calidad del aire en la zona metropolitana de Guadalajara 107

Martha Orozco Medina, Javier García Velasco, Ana Elizabeth

Núñez Galaviz y Arturo Figueroa Montaña

INTRODUCCIÓN 107

METODOLOGÍA 109

RESULTADOS 110

Fase de análisis retrospectivo 110

Fase de desarrollo y propuesta de estrategia de intervención 116

*Generalidades en torno al diagnóstico y monitoreo de la calidad del aire* 116

*El COMECA, estrategia interinstitucional para atender el problema de la calidad del aire* 119

*Principales acciones realizadas por el Comité Metropolitano para la Calidad del Aire (COMECA) desde la participación universitaria* 122

CONCLUSIONES 127

#### 6. Comunicación de riesgos: análisis de la gestión

##### gubernamental. El caso de Miravalle en la zona metropolitana de Guadalajara 129

María Guadalupe Garibay Chávez y María Luisa García Bátiz

INTRODUCCIÓN 129

METODOLOGÍA 140

Análisis de la práctica gubernamental en comunicación de riesgos en México 140

Modelos ideales 142

*Modelos ideales de la participación ciudadana en la comunicación de riesgos* 143

*Modelos ideales de planeación de la comunicación de riesgos* 144

*Modelos ideales respecto al diseño del mensaje, los medios y la información* 145

La evaluación de la práctica de la comunicación de riesgos, el caso de Miravalle en la zona metropolitana de Guadalajara 148

Caso de estudio: Miravalle 148

RESULTADOS 150

Evaluación de los elementos que definen una adecuada comunicación de riesgos 150

CONCLUSIONES 155

#### Bibliografía 159

## Índice de cuadros

### Capítulo 2

Cuadro 1	Análisis de varianza sobre diferencias entre la edad de presentación del cáncer de pulmón en relación con la exposición a humo de tabaco	60
Cuadro 2	Análisis de varianza sobre diferencias entre la edad de presentación del cáncer de pulmón con relación al consumo de alimentos protectores	60

### Capítulo 3

Cuadro 1	Promedio de unidades formadoras de colonias en 5 minutos (c) de exposición por m <sup>3</sup> (b), por punto de muestreo	69
----------	--	----

### Capítulo 4

Cuadro 1	Variables en estudio	90
----------	----------------------	----

### Capítulo 5

Cuadro 1	Interpretación del IMECA (SIMA, 2007)	118
----------	---------------------------------------	-----

### Capítulo 6

Cuadro 1	Modelos ideales definidos por las características de la participación ciudadana en las estrategias de comunicación de riesgos	144
Cuadro 2	Modelos ideales definidos por las características de la planeación de las estrategias de comunicación de riesgos	145
Cuadro 3	Modelos ideales definidos por las características del mensaje, medios e información de las estrategias de comunicación de riesgos	146
Cuadro 4	Evaluación de las estrategias de comunicación de riesgos por contaminación del aire en Miravalle	153

## Índice de figuras

### Capítulo 1

Figura 1	Modelo fuerzas impulsoras, presiones, estado, exposición, efectos, acción	23
Figura 2	Índice de motorización (vehículos/1 000 habitantes) en la ZMG de 1996 al 2006	28
Figura 3	Vehículos con motor diesel en la ZMG de 1996 al 2006	30

Figura 4	Parque vehicular con 13 años o más, registrados en la ZMG de 1996 al 2006	31
Figura 5	Días en que el ozono (O <sub>3</sub> ) rebasa la norma horaria en la ZMG de 1996 al 2006	32
Figura 6	Nivel promedio anual de PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) en las estaciones de Tlaquepaque, Miravalle y Loma Dorada de 1996 al 2006	34
Figura 7	Superficie en km <sup>2</sup> del área que presenta la exposición de viviendas a las condiciones más críticas de contaminación del aire en la ZMG de 1996 al 2006	35
Figura 8	Total de muertes reportadas en la ZMG por IRAS durante los años de 1996 al 2006	37
Figura 9	Mortalidad por cáncer de pulmón de 1996 al 2006 en la ZMG	38
Figura 10	Diagrama estrella para los indicadores del año 1996	39
Figura 11	Diagrama estrella para los indicadores del año 2000	40
Figura 12	Diagrama estrella para los indicadores del año 2006	40

### Capítulo 2

Figura 1	Ubicación de los domicilios de los pacientes con cáncer de pulmón del IJC de 2007	49
Figura 2	Frecuencia de diversos tipos de exposición al humo de tabaco de los casos de cáncer de pulmón en el IJC durante 2007	51
Figura 3	Antecedentes de exposición a solventes y residuos de diesel, petróleo y leña en los casos de cáncer de pulmón en el IJC durante 2007	51
Figura 4	Frecuencia de pacientes del IJC en 2007 expuestos a emisiones industriales	51
Figura 5	Exposición a emisiones de tráfico de pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007	53
Figura 6	Distancia de exposición a líneas de alta afluencia de tráfico de los pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007	53
Figura 7	Exposición a plaguicidas de pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007	53
Figura 8	Antecedentes heredofamiliares en la población de pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007	55
Figura 9	Alcoholismo en la población con cáncer de pulmón del IJC en 2007	55
Figura 10	Años de escolaridad de la población de pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007	55
Figura 11	Distribución de género en pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007	57



Figura 12	Consumo de alimentos protectores en pacientes con cáncer de pulmón del UC en 2007	57
Figura 13	Edad en que se presentó el cáncer de pulmón en los pacientes del UC en 2007	57

### Capítulo 3

Figura 1	Localización del área de estudio	66
Figura 2	Metodología de muestreos de aire	67
Figura 3	Metodología para la identificación de bacterias	68
Figura 4	Comparación de las UFC de los tres muestreos de caja abierta	72
Figura 5	Diversidad de bacterias del primer muestreo	73
Figura 6	Diversidad de bacterias del segundo muestreo	73
Figura 7	Diversidad de bacterias del tercer muestreo	74
Figura 8	Comparación de las UFC/m <sub>3</sub> de los tres muestreos de filtro	75
Figura 9	Diversidad de bacterias del primer muestreo	75
Figura 10	Diversidad de bacterias del segundo muestreo	76
Figura 11	Diversidad de bacterias del tercer muestreo	76
Figura 12	Distribución de abundancia bacteriana por punto del primer muestreo	77
Figura 13	Distribución de abundancia bacteriana por punto del segundo muestreo	77
Figura 14	Distribución de abundancia bacteriana por punto del tercer muestreo	78
Figura 15	Carga contaminante por muestreo	79

### Capítulo 4

Figura 1	Distribución porcentual de la muestra según sexo	93
Figura 2	Distribución porcentual de la muestra según edad	93
Figura 3	Distribución porcentual de la muestra según escolaridad	95
Figura 4	Distribución porcentual según ingresos económicos mensuales familiares	95
Figura 5	Distribución porcentual de los principales problemas que afectan al ambiente	97
Figura 6	Relación porcentual entre sexo y problemas que dañan al ambiente	97
Figura 7	Relación porcentual entre edad y problemas que dañan al ambiente	98
Figura 8	Relación porcentual entre escolaridad y problemas que afectan al ambiente	99
Figura 9	Relación porcentual entre ingreso económico y problemas que afectan al ambiente	100
Figura 10	Distribución porcentual según experiencias desagradables en torno a la contaminación del aire	101

Figura 11	Relación porcentual entre experiencias desagradables y problemas que dañan al ambiente	101
Figura 12	Distribución porcentual de haber recibido información o capacitación	102
Figura 13	Relación entre disponibilidad de la información y problemas que afectan al ambiente	103

### Índice de tablas

#### Capítulo 1

Tabla 1	Contenido de una ficha de indicador de salud ambiental	25
Tabla 2	Indicadores de salud ambiental identificados para la ZMG en materia de aire, a través del modelo DPSEEA	26

*Aire y salud* es uno de los muy pocos libros –en México– que explora esta indisoluble relación con un enfoque pragmático y haciendo reflexionar al lector sobre el estrecho vínculo que deberían tener conceptos como indicadores en salud y percepción de riesgo con la toma de decisiones en materia ambiental.

En estos tiempos en donde pareciera que el estudio de la contaminación del aire y su relación con la salud está ya pasado de moda, esta obra nos muestra con contundencia que el problema en una megalópolis como Guadalajara sigue siendo muy grave, aunque la atención que le brindan los medios masivos de comunicación, ¿y por consecuencia?, los políticos y tomadores de decisiones es francamente magra.

El primer capítulo, Indicadores de salud ambiental en materia de calidad del aire para la zona metropolitana de Guadalajara, plantea una serie de indicadores pertinentes –y yo diría necesarios– para evaluar la salud ambiental de la población en relación con la calidad del aire. Hoy en día ha sido demostrada de forma contundente e inequívoca la asociación directa aunque no lineal de la contaminación por partículas (y más recientemente de ozono también) con el incremento en la mortalidad en todas nuestras grandes ciudades incluyendo Guadalajara. La relación con la morbilidad (presencia de diversas enfermedades principalmente respiratorias) ya había sido demostrada desde hace décadas. Así-

mismo se aborda el concepto de exposición a los contaminantes, indispensable para entender que nuestros patrones de actividad diaria determinan en buena medida la carga de contaminación a la que nos enfrentamos día a día, dado que la variación espacial y temporal de los diferentes contaminantes es muy grande.

El segundo capítulo, Contaminación del aire en la zona metropolitana de Guadalajara y el cáncer de pulmón, se concentra en uno de los padecimientos más preocupantes –cáncer de pulmón– indudablemente relacionados con el respirar (o inhalar) aire contaminado, ya sea el humo de tabaco (fumadores activos y pasivos), o bien contaminantes emitidos por la quema de combustibles en vehículos e industrias. Sus resultados son consistentes con la literatura internacional y respaldan la aplicación en México de normas y lineamientos para proteger a los no fumadores en nuestra sociedad.

El tercer capítulo, Calidad bacteriológica del aire en el centro histórico de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México, atiende uno de los aspectos menos estudiados tradicionalmente, la calidad bacteriológica del aire. Sabemos que en Guadalajara al igual que en otras grandes ciudades, además de los derivados de la combustión, también estamos expuestos día a día a muchos otros agentes de origen biológico, incluyendo un sinnúmero de bacterias que pueden causar diversas enfermedades. Las concentraciones de estos microorganismos pueden mostrar patrones estacionales como una mayor abundancia después de la época de lluvias, aunque resulta evidente que se encuentran presentes durante todo el año.

El capítulo cuarto, Factores sociales que influyen en la percepción del riesgo por la contaminación del aire en la zona de Miravalle, nos presenta un estudio de caso sobre los factores sociales que influyen por la contaminación del aire en Miravalle. En este

sector había una percepción generalizada –yo diría un conocimiento por corresponder adecuadamente a la realidad– de que existía un serio problema de contaminación del aire. Uno de los más importantes resultados de este estudio es que contar con información oportuna (o buscar activamente el acceder a la información disponible) tenía un efecto modulador en el nivel de riesgo que se percibía por contaminación del aire, situación no siempre apreciada por los tomadores de decisiones.

En el quinto capítulo, Análisis de un esquema de participación interinstitucional en atención a la calidad del aire en la zona metropolitana de Guadalajara, encontramos una evaluación crítica del funcionamiento del Comité Metropolitano para la Calidad del Aire en Guadalajara. Especialmente útil resulta la revisión de algunas experiencias internacionales en el diseño de foros o instituciones que tratan de atender la institucionalidad del tema en forma transversal, mostrando lo diverso de los resultados. Mayor concientización e involucramiento de la población emergen como dos condiciones de suma importancia para mejorar la funcionalidad y eficacia de este tipo de comités. Adicionalmente es indispensable contar con suficiente información técnica y científica sobre el problema que debiera generarse por los grupos académicos además de las instituciones ambientales estatales.

Finalmente el capítulo seis, Comunicación de riesgos: análisis de la gestión gubernamental, nos habla de la importante tarea de la comunicación de riesgos. El caso Miravalle demuestra que se trata de una tarea pendiente por encontrarse en opinión de los autores en un estado de buena intención a nivel gubernamental. Políticas aisladas en vez de integrales, superficiales en vez de rigurosas, con poca coordinación y aún menor seguimiento. Queda pues el reto de desarrollar desde la autoridad un programa de comunicación de riesgos ambientales (o al menos por contami-

nación atmosférica) diseñado para atender de forma diferencial a diversos grupos poblacionales objetivo, especialmente a los más vulnerables y susceptibles para prevenir daños.

En mi opinión, la lectura de este libro se volverá indispensable para todo aquel interesado en conocer más sobre la situación de la contaminación del aire en Guadalajara, pero también sobre las percepciones de la población y del estado actual de la participación pública en la discusión y diseño de políticas públicas. Por supuesto en el caso de tomadores de decisiones en la entidad, además de indispensable, la lectura de este libro debe ser un asunto de obligatoriedad.

Estoy seguro que este volumen producido por el equipo del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas de la Universidad de Guadalajara además de informar, motivará a muchos miembros de la población general y de la sociedad civil organizada a preocuparse y movilizarse por ese problema no resuelto, el de la contaminación del aire. Sin duda también sacudirá a otros para que desde las diferentes trincheras de los gobiernos municipales y el estatal instrumenten acciones y políticas eficaces para avanzar en mejorar la calidad del aire de la zona metropolitana de Guadalajara.

DR. ADRIÁN FERNÁNDEZ BREMAUNTZ  
PRESIDENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

## 1. Indicadores de salud ambiental en materia de calidad del aire para la zona metropolitana de Guadalajara

Genoveva Pinal Gómez y Arturo Curiel Ballesteros

### INTRODUCCIÓN

En muchas partes del mundo, gran cantidad de enfermedades son atribuidas a factores ambientales, nuevos contaminantes están emergiendo y tienen repercusiones en la salud humana, pero estimar su efecto y su carga es difícil de medir (OMS, 1997 en Corvalán *et al.*, 2000). De los diversos tipos de contaminantes, los del aire son los que han llamado más la atención, en parte por su diversidad calculada en 190 contaminantes peligrosos a la salud humana, y por la exposición que representa el continuo acto de respirar.

Diferentes estudios epidemiológicos han sugerido que la exposición de seres humanos a los contaminantes del aire se asocia con diversas consecuencias de morbilidad y mortalidad, de forma más tangible con la exposición a altas concentraciones de material particulado menores de 10 micras o  $PM_{10}$  (Dockery, Pope, Xu, Spengler, Ware y Fay, 1993; Pope, Schwartz y Ramson, 1992). Basada en esta idea nace una urgente necesidad de acción, para evaluar la salud ambiental en las ciudades, tanto por ser los espacios de mayor concentración humana, como por estar ahí, las principales fuentes permanentes de contaminantes a la atmósfera, siendo los indicadores de salud ambiental una alternativa metodológica para su evaluación.

En la zona metropolitana de Guadalajara las enfermedades respiratorias agudas en 1998 se encontraban en el segundo lugar de cau-

sa de muerte, sólo después de los accidentes. En el 2000 se presentan en el primer lugar, afectando a dos de cada diez habitantes de la ZMG. Los datos más recientes colocan como primera causa de defunción, las enfermedades cardiovasculares, seguida de tumores malignos.

El objetivo del presente trabajo fue el desarrollar indicadores de salud ambiental de primera generación para la zona metropolitana de Guadalajara, considerando el eje de calidad del aire.

## METODOLOGÍA

Los indicadores de salud ambiental son definidos como aquellos que proporciona datos sobre calidad ambiental y su impacto en salud pública. Es una medida de salud, calidad ambiental o sociodemográfica la cual es importante para monitorear la salud general de la población. Se utilizan para evaluar el estado de la línea de partida y tendencias, rastrear el programa de metas y objetivos y edificar la capacidad de vigilancia (OPS, 2000).

De acuerdo con la OCDE (1998) las dos características principales de los indicadores ambientales son:

1. Reducir el número de medidas y parámetros que normalmente se requieren para ofrecer una presentación lo más cercana posible a la realidad de una situación.
2. Simplificar los procesos de comunicación.

Estas características básicas convierten a los indicadores en el instrumento mediante el cual se proporciona información concisa y sustentada científicamente a diversos usuarios, tomadores de decisiones y al público en general de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente; se elaboran para simplificar y cuantificar fenómenos complejos, de manera que éstos puedan

ser analizados en un contexto dado, y ser comunicados a los diferentes niveles de la sociedad (Adriaanse, 1992).

## Modelo para la construcción de indicadores DPSEEA

Corvalán *et al.* (2000) proponen un modelo para la construcción de indicadores de salud ambiental llamado DPSEEA por sus siglas en inglés (Driving Forces (D), Pressures (P), State (S), Exposure (E<sub>1</sub>), Effects (E<sub>2</sub>) y Actions (A). Este modelo es útil ya que cubre una amplia variedad de posibles fuerzas y tiene acciones que reúnen a profesionales, practicantes y administradores de los campos ambientales y de salud pública.

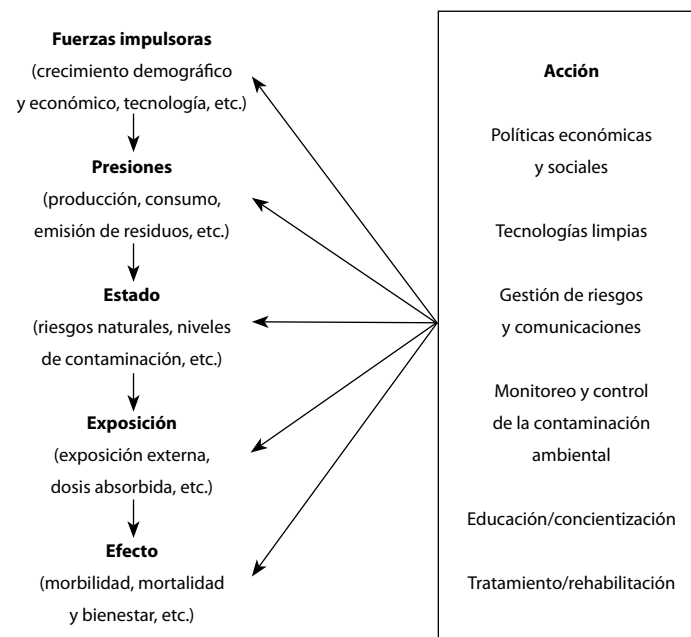


Figura 1 Modelo fuerzas impulsoras, presiones, estado, exposición, efectos, acción. Fuente: Corvalán *et al.*, 2000

Criterios de calidad para la evaluación y selección de indicadores

Todos los indicadores identificados en cualquiera de los niveles del modelo, deben ser evaluados a la luz de una serie de criterios de calidad (Curiel y Ramos, 2003). Estos criterios constituyen las medidas para garantizar la calidad estadística y científica de los indicadores (Ministerio de Medio ambiente, 1996). Para este trabajo se consideraron los siguientes:

1. Fácil de medir.
2. Fácil de comprender. Todos deben entender sin lugar a dudas lo mismo.
3. Consistente. Aceptado por los diferentes interesados, siempre es deseable que todos los implicados acepten el criterio y que se comprometan a alcanzarlo.
4. Tiene relación con la salud ambiental de la ZMG.
5. Con capacidad para acceder a los datos con un esfuerzo razonable. Que se adapten al problema específico que se quiere analizar y a las necesidades de los usuarios de la información.
6. Con disponibilidad de datos a través del tiempo. Que sea posible repetir las mediciones.
7. Compatible a nivel internacional. Que tengan fundamento conceptual para facilitar comparaciones objetivas en los niveles nacional e internacional.
8. Se relaciona con la contaminación del aire y su efecto en la salud humana.
9. Flexible y con un amplio marco conceptual. Ayuda a identificar problemas prioritarios y nuevas líneas de investigación.
10. Sensible para cambiar a través del tiempo. Debe ser flexible, capaz de adaptarse a cambios difícilmente previsibles.

Elaboración de la ficha técnica de los indicadores seleccionados

Los indicadores que cubren los criterios de calidad, se plasman en una ficha técnica (instrumento de referencia) diseñada de forma que permita su fácil comprensión. Consiste en un conjunto de elementos que describen de manera sencilla sus características para su mejor comprensión, interpretación y para que cualquier usuario esté en posibilidad de hacer los cálculos en el futuro. La ficha (tabla 1), está acompañada de un gráfico (datos del indicador) que permite evaluar su tendencia.

Tabla 1 Contenido de una ficha de indicador de salud ambiental

Ficha del indicador	
1. Nombre	Designa al indicador
2. Definición conceptual	Describe de forma sencilla al indicador
3. Justificación	Describe la relevancia del indicador en el contexto de la salud ambiental
4. Unidad de medida	Indica como se expresará el resultado final del indicador
5. Valor deseable	Cuando su valor está en congruencia con una salud ambiental óptima
6. Cálculo	Es la fórmula matemática que nos permite obtener el valor del indicador
7. Presentación de los datos	Formato o diseño en el que serán presentados los resultados (tablas, gráficas, etc.)
8. Relación con otros indicadores	Muestra como se interrelacionan los indicadores entre sí
9. Fuente de información	Indica la fuente donde se obtuvo la información para documentar el indicador
10. Frecuencia de medición	Periodo de tiempo en el cual el indicador se espera que varíe
11. Tipo de indicador	Definir según el modelo DPSEEA (fuerzas impulsoras, presiones, estado, exposición, efectos y acción)

Para facilitar el análisis de los indicadores éstos suelen presentarse de manera conjunta en un gráfico o diagrama llamado estrella. Éste consiste en una gráfica radial, donde cada rayo corresponde a un indicador; la longitud del rayo representa el valor del indicador hacia el valor del objeto, ajustado a una escala que va del 0 al 10.

RESULTADOS

Se identificaron un total de ocho indicadores de salud ambiental en materia de calidad del aire para la ZMG, considerando los dos contaminantes que han ocasionado contingencias en la zona metropolitana de Guadalajara, el ozono y las  $PM_{10}$ ; tomando además como principal y continua fuente de emisión de contaminantes a los vehículos automotores y como consecuencias mayores las muertes por infecciones respiratorias agudas y cáncer de pulmón, que si bien este último se relaciona con el tabaquismo, también tiene una relación con la exposición a líneas de alto tránsito vehicular.

Tabla 2 Indicadores de salud ambiental identificados para la ZMG en materia de aire, a través del modelo DPSEEA

Tipo de indicador*	Nombre
Fuerzas impulsoras	Vehículos con motor diesel
	Índice de motorización
Presiones	Antigüedad del parque vehicular
Estado	Días en que el $O_3$ rebasa su norma
	Promedio anual de $PM_{10}$
Exposición	Zonas críticas urbanas expuestas a contaminación del aire
Efectos	Mortalidad por IRAS
	Mortalidad por cáncer de pulmón

Tipo de indicador*	Nombre
Acción	Los indicadores de acción no se desarrollaron como parte de este proyecto ya que éstos corresponden definir a quienes toman la responsabilidad de realizar acciones

Indicadores de fuerzas impulsoras

**Índice de motorización.** Es el número de vehículos por cada mil habitantes y está asociado con la pérdida de los niveles de confort por ruido y niveles de contaminación atmosférica. La dinámica de aportación de contaminantes por vehículos automotores es la fuente más continua de emisiones, se calcula que cada año en la zona metropolitana de Guadalajara los vehículos particulares aportan 1 576 toneladas de partículas totales y el transporte público 2 242 toneladas (Curiel y Garibay, 2008). Este indicador se relaciona con el de antigüedad del parque vehicular.

Unidad de medida	Número de vehículos por cada 1 000 habitantes
Valor deseable	200 vehículos por cada mil habitantes* $\Sigma(V_z+V_g+V_{to}+V_{ti}) \times (1000) / \text{población de la ZMG}$ Donde: $V_z$ = número de vehículos registrados en Zapopan $V_g$ = número de vehículos registrados en Guadalajara $V_{to}$ = número de vehículos registrados en Tonalá $V_{ti}$ = número de vehículos registrados en Tlaquepaque
Cálculo del indicador	
Fuente de información	Secretaría de Economía para el número de vehículos Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la población
Frecuencia de la medición	Anual

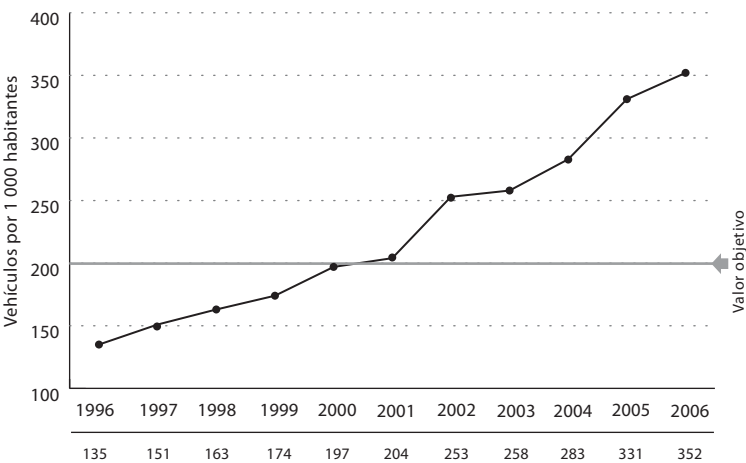


Figura 2 Índice de motorización (vehículos /1 000 habitantes) en la ZMG de 1996 al 2006

En la figura 2 se muestra un incremento acelerado del parque vehicular en relación con los habitantes, esta tendencia se mantiene constante en los años noventa, presentándose un mayor aumento en dicha relación a partir del 2001, en 2006 hay un índice de motorización de 352 vehículos por cada mil habitantes.

**Vehículos con motor diesel.** Son motores que emiten monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), partículas, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), componentes que son dañinos para la salud y el medio ambiente (IARC, 1989). En estudios recientes se ha puesto de manifiesto la mayor toxicidad de fracción ultra fina de la materia respirable de los gases de escape de los motores diesel (diámetro inferior a 0.1 micras), lo que se atribuye a su elevada superficie específica y capacidad de penetración en los alveolos pulmonares (Donaldson *et al.*, 1998). Este indicador se

relaciona con el de antigüedad del parque vehicular y el de zonas críticas urbanas expuestas a contaminación del aire.

Unidad de medida	Número de vehículos que utilizan diesel en la ZMG
Valor deseable	Cero
	$\Sigma (VMD_z + VMD_g + VMD_{to} + VMD_{tl})$
	Donde: VMD <sub>z</sub> = Vehículos con motor diesel registrados en Zapopan
Cálculo del indicador	VMD <sub>g</sub> = Vehículos con motor diesel registrados en Guadalajara
	VMD <sub>to</sub> = Vehículos con motor diesel registrados en Tonalá
	VMD <sub>tl</sub> = Vehículos con motor diesel registrados en Tlaquepaque
Fuente de información	Secretaría de Economía de Jalisco
Frecuencia de la medición	Anual

El valor registrado muestra una tendencia que se aleja al valor deseable, por lo que es considerado un indicador de deterioro al bienestar de la ciudad, incrementando su valor en un 84.5% en diez años.

Indicadores de presión

**Antigüedad del parque vehicular.** Es el número de autos del parque vehicular total con 13 años de antigüedad o más (para el año 2006 son los modelos 1993 y anteriores), vehículos viejos que producen una elevada cantidad de emisiones contaminantes por carecer de tecnología como los convertidores catalíticos, o por ser este periodo de tiempo la vida útil promedio de un automóvil. Considérese que un auto viejo (modelos 1993 y anteriores) emite



casi setenta veces más contaminantes que uno nuevo (Ramírez, 1996). Este indicador se relaciona con el índice de motorización.

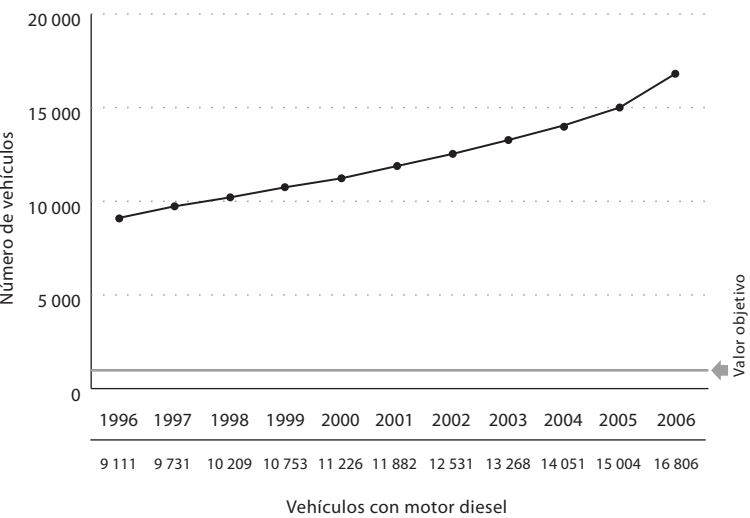


Figura 3 Vehículos con motor diesel en la ZMG de 1996 al 2006

Unidad de medida	Número de vehículos en circulación de 13 años o más
Valor deseable	Cero vehículos en circulación, modelos 1993 y anteriores
Cálculo del indicador	$\Sigma(PVA_z + PVA_g + PVA_{to} + PVA_{tl})$ <p>Donde: PVA<sub>z</sub> = Parque vehicular antiguo en Zapopan PVA<sub>g</sub> = Parque vehicular antiguo en Guadalajara PVA<sub>to</sub> = Parque vehicular antiguo en Tonalá PVA<sub>tl</sub> = Parque vehicular antiguo en Tlaquepaque</p>
Fuente de información	Secretaría de Economía de Jalisco
Frecuencia de la medición	Anual

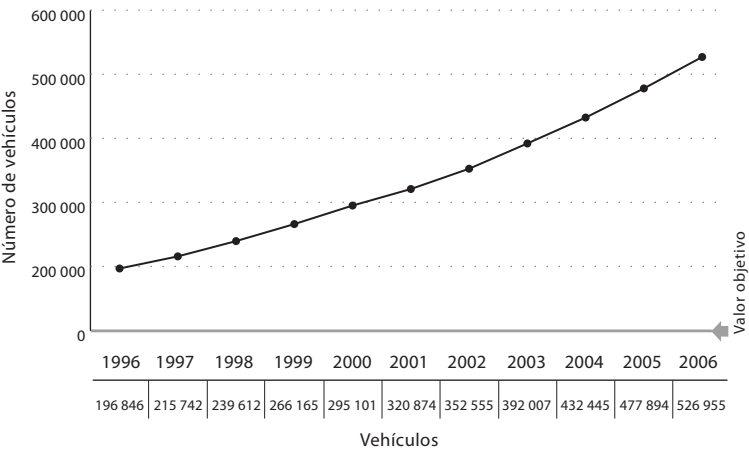


Figura 4 Parque vehicular con 13 años o más, registrados en la ZMG de 1996 al 2006

En esta gráfica podemos ver como el parque vehicular antiguo ha mantenido un crecimiento continuo durante todo el periodo analizado. Cada año se aleja de su valor objetivo, este indicador continúa siendo una fuerte presión para la calidad del aire en la zona metropolitana.

Indicadores de estado

**Días en que el ozono (o<sub>3</sub>) rebasa su norma.** Según lo establecido en la NOM-020-SSA1, el ozono provoca daños a la salud a partir de las 0.110 ppm. Es un contaminante secundario que se forma por reacción fotoquímica de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) emitidos por los vehículos y la industria principalmente. En algunas áreas de la zona metropolitana de Guadalajara se rebasa prácticamente la mayor parte del año la norma de ozono y permite confirmar que un alto porcentaje de la población de la ciudad está expuesta con frecuencia a concentraciones superiores de las deseables. Con estos niveles de exposición, aún los individuos

adultos sanos experimentan efectos como irritación severa de las mucosas, resequedad y cefaleas; en individuos asmáticos y con otros padecimientos respiratorios se puede presentar una disminución significativa de la capacidad pulmonar (Gobierno del Estado de Jalisco *et al.*, 1997). Este indicador se relaciona con el de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRAS).

Unidad de medida	Número de días al año en que al menos una estación de monitoreo rebasa 0.110 ppm de O <sub>3</sub> en una hora
Valor deseable	Cero días
Cálculo del indicador	Suma de los días en un año en que al menos una de las ocho estaciones de monitoreo rebasa 0.110 ppm en una hora
Fuente de información	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco Mediciones horarias de las estaciones de monitoreo ambiental
Frecuencia de la medición	Anual

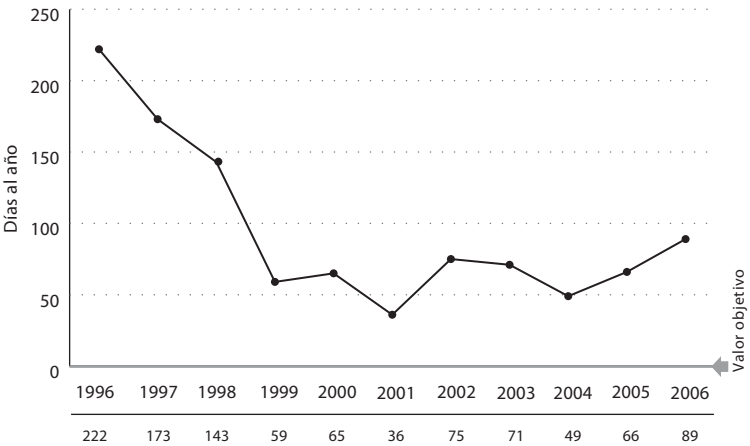


Figura 5 Días en que el ozono (O<sub>3</sub>) rebasa la norma horaria en la ZMG de 1996 al 2006

El O<sub>3</sub> es uno de los contaminantes que típicamente se encuentra fuera de norma, presentando los niveles más altos en 1996, cuando un 61% de los días del año estuvo fuera de norma presentando niveles de hasta 248 IMECA y por primera vez contingencia atmosférica en Guadalajara.

**Promedio anual de PM<sub>10</sub>.** Son partículas suspendidas que existen en forma de material sólido o líquido menores a 10µ. Pueden ser emitidas directamente a la atmósfera (partículas primarias) o formarse por la transformación de emisiones gaseosas (partículas secundarias) como los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. A las PM<sub>10</sub> se les considera capaces de bloquear los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, existe evidencia que apoya la asociación entre partículas PM<sub>10</sub> con mortalidad diaria, especialmente en personas mayores de 65 años o con problemas crónicos respiratorios o cardiovasculares (NOM-025-SSA1-2005). Este indicador se relaciona con el de mortalidad por cáncer de pulmón.

Unidad de medida	Promedio anual en µg/m <sup>3</sup>
Valor deseable	< 50 µg/m <sup>3</sup>
Cálculo del indicador	Promedio anual de los valores registrados en las estaciones de monitoreo Miravalle, Loma Dorada y Tlaquepaque
Fuente de información	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco
Frecuencia de la medición	Anual

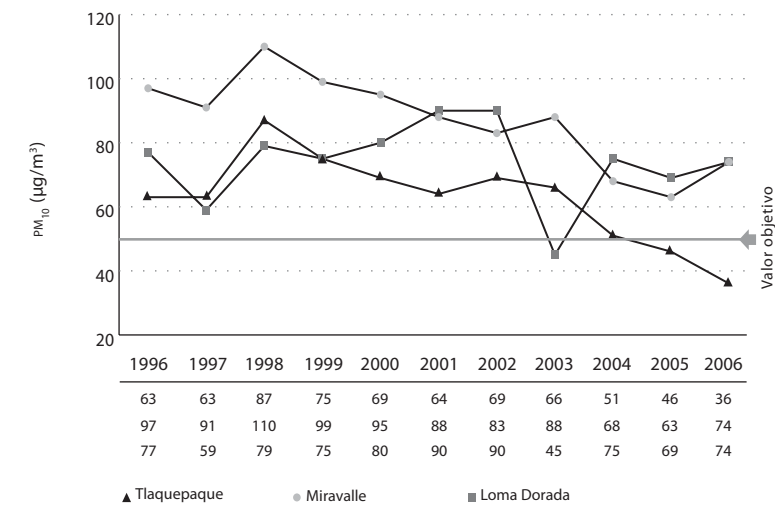


Figura 6 Nivel promedio anual de  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) en las estaciones de Tlaquepaque, Miravalle y Loma Dorada de 1996 al 2006

La selección de estas tres estaciones, fue debido a que hay una mayor probabilidad de ocurrencia de valores fuera de norma, mayor a un 80%. Estas estaciones se localizan al sur de la ZMG.

Indicadores de exposición

**Zonas críticas urbanas expuestas a contaminación del aire.** Se consideran zonas que se ubican en las áreas de influencia de estaciones de monitoreo donde se presenta una probabilidad mayor al 80% de rebasar la norma anual de  $PM_{10}$ . Quienes viven en estas zonas presentan un alto riesgo de exposiciones y sufren daños en su salud y en su calidad de vida con consecuencias como infecciones respiratorias agudas, asma, enfisema pulmonar, bronconeumonía, enfermedades cardiovasculares, ausencias escolares, días laborales perdidos, incremento de hospitalizaciones y

servicios de urgencias por agravamiento de enfermedades respiratorias. Este indicador se relaciona con el de vehículos con motor diesel.

Unidad de medida	km²
Valor deseable	Cero superficie con habitaciones expuestas a niveles anuales que representan una amenaza crónica a la salud
Cálculo del indicador	Con base en la delimitación del área de influencia de las estaciones Loma Dorada, Tlaquepaque y Miravalle utilizando el método de polígonos de Thiessen, contabilizar el área urbana expuesta en kilómetros cuadrados
Fuente de información	Guía Roji para superficie de la ZMG SEMADES para estaciones de monitoreo
Frecuencia de la medición	Anual

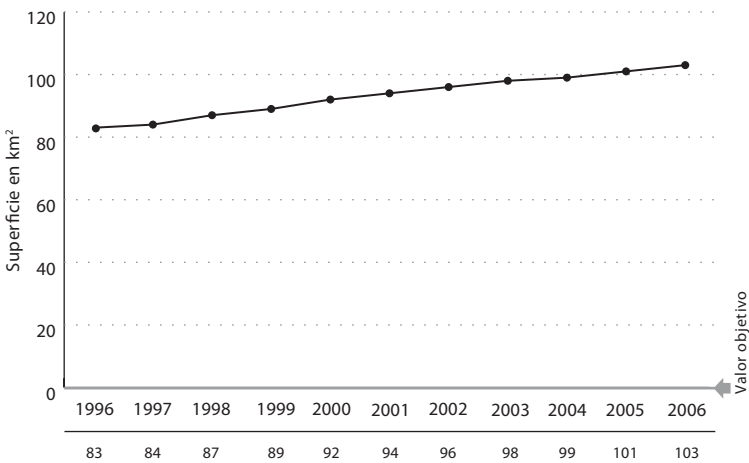


Figura 7 Superficie en  $km^2$  del área que presenta la exposición de viviendas a las condiciones más críticas de contaminación del aire en la ZMG de 1996 al 2006

Debido a las circunstancias meteorológicas y climatológicas que presenta la ZMG, la acumulación de contaminantes en la zona sur presenta las condiciones más críticas de contaminación atmosférica y como consecuencia quienes viven o trabajan en esta área tienen una mayor exposición. A pesar de que es reconocido por los habitantes y sus autoridades que esta zona es la más afectada por la contaminación, aumentó la superficie urbana en un 25% en superficie en diez años.

Indicadores de efecto

**Mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRAS).** Son las muertes a causa de infecciones respiratorias agudas como: resfriado común, faringitis aguda bacteriana, otitis media y laringitis obstructiva aguda, bronquitis aguda obstructiva, neumonía e influenza. Los contaminantes ambientales se han asociado con infecciones respiratorias agudas (IRAS), principalmente en niños y adultos mayores. Entre la población infantil menor a cinco años, de tres a cinco millones de defunciones anuales a nivel mundial se han atribuido a las IRAS, de las cuales el 75% son debido a neumonía (AMDA, 2007), todo ello relacionado directamente con las emisiones a la atmósfera de los vehículos automotores. Este indicador se relaciona con el de días en que el ozono rebasa su norma.

Unidad de medida	Número de muertes por IRAS
Valor deseable	Cero muertes por IRAS
Cálculo del indicador	$\Sigma(\text{Muertes por IRAS}_{\text{Zapopan}} + \text{muertes por IRAS}_{\text{Guadalajara}} + \text{muertes por IRAS}_{\text{Tonalá}} + \text{muertes por IRAS}_{\text{Tlaquepaque}})$
Fuente de información	Secretaría de Salud Jalisco

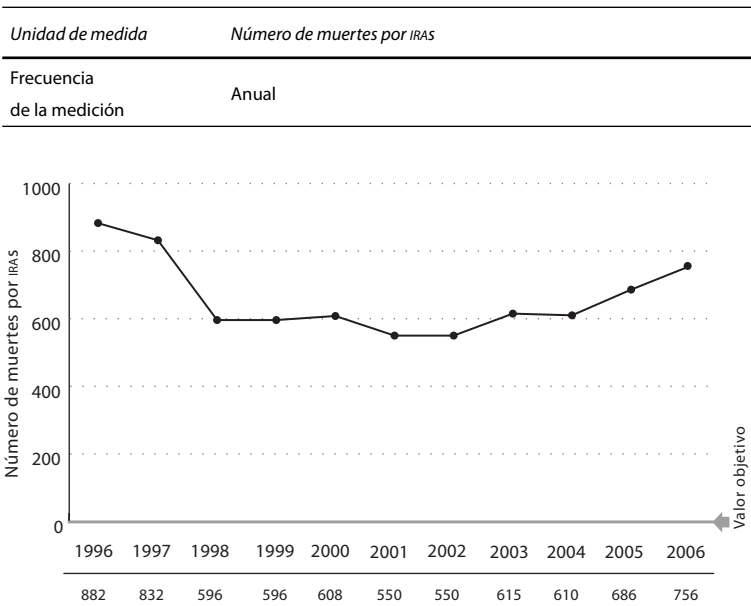


Figura 8 Total de muertes reportadas en la ZMG por IRAS durante los años de 1996 al 2006

**Mortalidad por cáncer de pulmón.** Son las muertes provocadas por un crecimiento incontrolado de células anormales en las células que recubren las vías respiratorias (NCI, 2008). Los tumores deterioran al órgano y le impiden funcionar apropiadamente. Jalisco ocupa el tercer lugar a nivel nacional en mortalidad por cáncer pulmonar. Los investigadores han encontrado una relación entre el cáncer de pulmón y la exposición a algunos contaminantes del aire, como los productos que resultan de la combustión de diesel y otros combustibles fósiles. Este indicador se relaciona con el promedio anual de  $PM_{10}$ .

La mortalidad por cáncer de pulmón y por IRAS son indicadores de efecto, estas dos afecciones son de las más asociadas en la bibliografía con los contaminantes atmosféricos. El cáncer de pulmón se ha incrementado un 24% en la ZMG.

Unidad de medida	Número de muertes por cáncer de pulmón
Valor deseable	Cero muertes
Cálculo del indicador	$\Sigma(\text{Muertes por cáncer de pulmón}_{\text{Zapopan}} + \text{muertes por cáncer de pulmón}_{\text{Guadalajara}} + \text{muertes por cáncer de pulmón}_{\text{Tonalá}} + \text{muertes por cáncer de pulmón}_{\text{Tlaquepaque}})$
Fuente de información	Secretaría de Salud Jalisco
Frecuencia de la medición	Anual

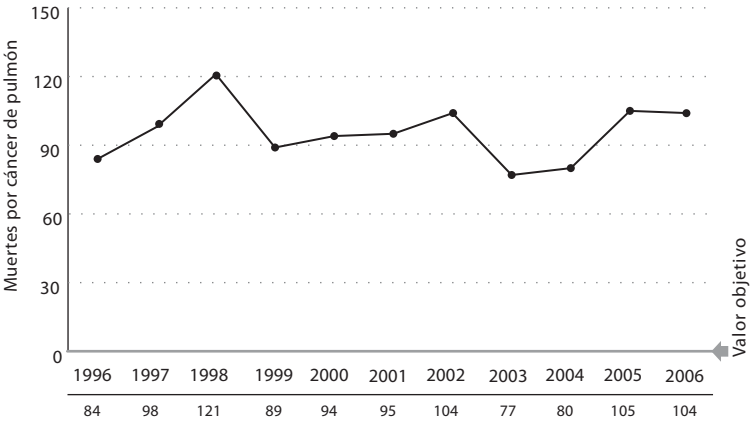


Figura 9 Mortalidad por cáncer de pulmón de 1996 al 2006 en la ZMG

Diagnóstico de la salud ambiental

El diagnóstico surge de la conjunción de los indicadores antes expuestos a través del diagrama estrella de ocho puntas, una para cada indicador, ajustados en una escala del 0 al 10. Utilizando este diagrama se observa la evolución de todos los indicadores en grupo. El periodo analizado fue de once años (1996-2006). Para cada año se realizó un diagrama estrella.

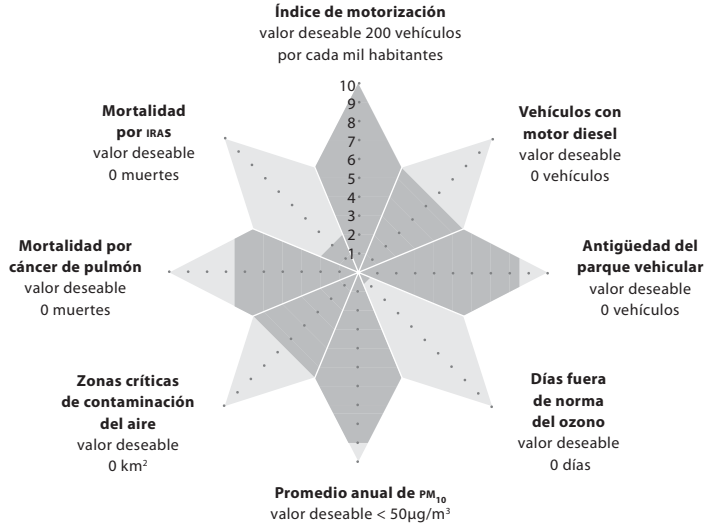


Figura 10 Diagrama estrella para los indicadores del año 1996

En el primer año de estudio (1996) el diagrama muestra un buen nivel de calidad del aire con relación a  $PM_{10}$  y de las fuerzas y presiones derivadas del transporte en la ciudad. El indicador de motorización coincide con su nivel objetivo, sólo dos indicadores (días fuera de norma del  $O_3$  y mortalidad por IRAS) se encuentran por debajo del nivel medio.

En este análisis se toma como punto de referencia el doble del valor que el indicador presentó al año 2000, como punto más crítico (valor 1, en la escala del 1 al 10) y el valor deseable como 10. La tendencia de acumulación de vehículos viejos comienza a empeorar la calidad del aire por  $PM_{10}$ .

En el último año del estudio es notorio el gran deterioro que muestra la salud ambiental en la ZMG a través de calidad del aire. Las fuerzas impulsoras, que en la década de los noventa se en-

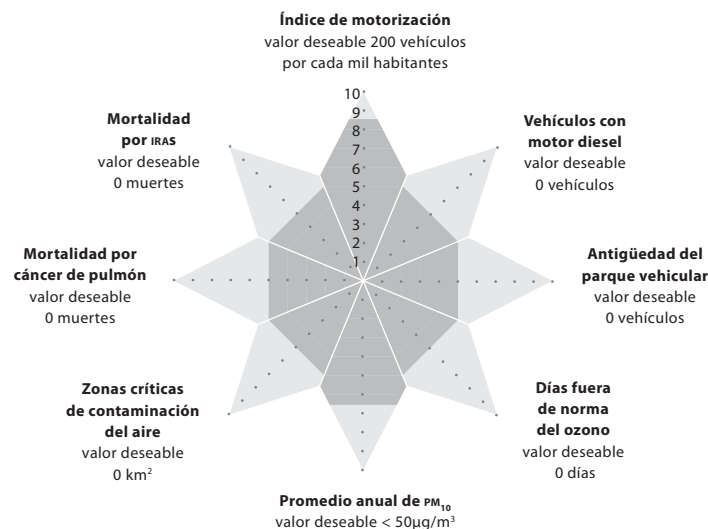


Figura 11 Diagrama estrella para los indicadores del año 2000

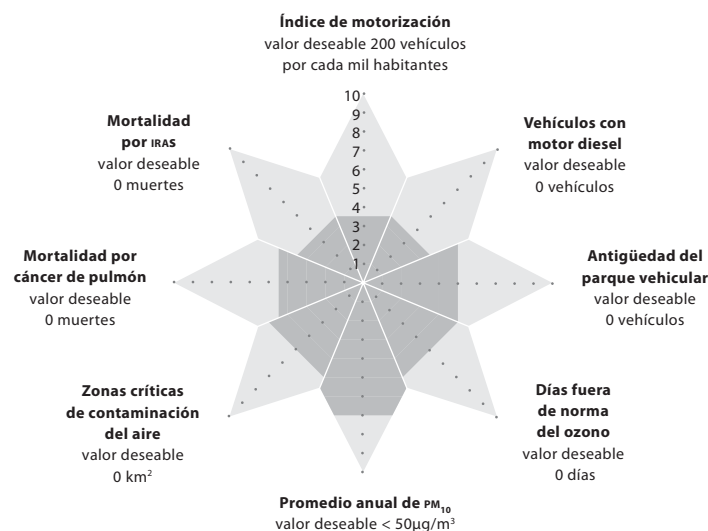


Figura 12 Diagrama estrella para los indicadores del año 2006

contraban en la punta de la estrella son para el 2006 los más cercanos al centro junto con el indicador de presión.

Haciendo un análisis comparativo del primer año (1996) y el último estudiado (2006), observamos claramente la disminución de la salud ambiental en la zona metropolitana de Guadalajara.

## CONCLUSIONES

1. El desarrollo de indicadores de salud ambiental en la ZMG se enfrenta a la falta de información accesible y confiable pero a través de la calidad del aire existe una alternativa.
2. La relación de número de vehículos por persona (índice de motorización) se considera un indicador de salud ambiental de fuerzas impulsoras en la ZMG, el valor que registra muestra una tendencia que se ha alejado un 76% de su valor deseable, estando en lo que es considerado como un indicador de deterioro al bienestar de la ciudad.
3. Los vehículos que utilizan motor diesel, combustible considerado como cancerígeno, han incrementado su volumen en un 84.5%.
4. Los vehículos con más de 13 años son los que más contaminantes emiten a la atmósfera, por eso es un indicador de presión. Este indicador muestra un mayor incremento a partir del 2001.
5. El  $O_3$  es uno de los contaminantes más dañinos y uno de los que rebasan la norma con más frecuencia.
6. La  $PM_{10}$  son uno de los indicadores más reconocidos nacional e internacionalmente, por su asociación con la mortalidad. En la ZMG las zonas más afectadas por este contaminante son las aéreas alrededor de las estaciones de monitoreo Miravalle, Loma Dorada y Tlaquepaque, ya que estas tres estaciones re-

portan niveles por arriba de la norma durante los años analizados con una probabilidad mayor al 80%.

7. A pesar de que es reconocido por los habitantes de la ZMG y por sus autoridades que la zona sur y sur-suroeste son las más afectadas por la contaminación atmosférica, las zonas críticas urbanas expuestas a niveles de riesgo crónico de contaminación aumentó un 25% en superficie.
8. La mortalidad por cáncer de pulmón y a causa de las IRAS son indicadores de efecto de los contaminantes atmosféricos. En el periodo estudiado, el cáncer de pulmón se ha incrementado un 24%, la mortalidad por IRAS ha disminuido en un 15%.
9. El diagrama estrella facilita el análisis de la salud ambiental. Durante los años noventa los indicadores se mantienen constantes, presentando puntuaciones más bajas. A partir del 2003 se manifiesta una contracción, y una importante pérdida de la calidad del aire y de la salud ambiental de la zona metropolitana de Guadalajara.

## 2. Contaminación del aire en la zona metropolitana de Guadalajara y el cáncer de pulmón

Verónica Herrera Torres y Arturo Curiel Ballesteros

### INTRODUCCIÓN

El cáncer de pulmón es una de las principales causas de muerte por tumores malignos a nivel global (Medina y Salazar, 2000; Alberg y Samet, 2003; Parkin *et al.*, 2005; Nawrot *et al.*, 2007; Vineis, 2006; García *et al.*, 2007), siendo éste de origen multifactorial, desde antecedentes heredofamiliares hasta exposición a diversos contaminantes de origen antropogénico como lo son, el humo de tabaco, contaminantes emitidos por vehículos automotores, así como aquellos resultados de la quema de materiales como leña, carbón y humos provenientes de fábricas y de quemados e incendios forestales (Forastiere, 2004; Vineis *et al.*, 2006; Nafstad *et al.*, 2003). Al ser estos contaminantes producto de la actividad humana, podemos tomar medidas para reducir la exposición a ellos y así disminuir la incidencia de esta enfermedad de fatales consecuencias.

De acuerdo con el Registro estatal de cáncer en Jalisco de 1990 al 2005, el cáncer de pulmón ocupó el primero y segundo lugar de defunciones por tumores malignos en el sexo masculino y en tercer lugar en el sexo femenino (SSJ, 2005). Y según este mismo registro, de los 125 municipios de Jalisco, Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá, que constituyen la zona metropolitana de Guadalajara, son los que registran el mayor número de casos de cáncer de pulmón.

La emisión de contaminantes generados por vehículos automotores, fábricas, incendios forestales, quemas de residuos y humo de tabaco liberan al aire, entre muchas sustancias, de una variedad de compuestos de conocida acción carcinógena. Estas sustancias se encuentran en complejas mezclas que incluyen a las partículas suspendidas (Samet y Cohen, 1999; Nawrot *et al.*, 2007). Los contaminantes atmosféricos en un mayor o menor grado tienen efectos adversos en la salud. Un solo contaminante puede causar cierta afección, pero lo que más afecta es el resultado de las complejas mezclas de los mismos, por lo que no se puede establecer alguno como de mayor relevancia (Kunzli y Tagel, 2005). Por ejemplo, la alta incidencia de cáncer de pulmón ocasionada por el tabaquismo complica la identificación de otros contaminantes ambientales que por sí solos podrían causarlo. Se ha establecido que el humo que genera la combustión del tabaco, particularmente en la forma de cigarrillos, es el principal factor de riesgo en el desarrollo de cáncer de pulmón (Tovar *et al.*, 2005).

Los vehículos automotores son una fuente emisora de partículas ultra finas especialmente aquellos que utilizan diesel, el cual puede penetrar incluso los ambientes interiores (Garshick *et al.*, 2002; Vinzents *et al.*, 2005). Las partículas finas pueden ser transportadas en las partes más profundas de los pulmones y pueden empeorar las condiciones de personas con enfermedad cardíaca o pulmonar. Además, pueden llevar a los pulmones compuestos cancerígenos absorbidos en la superficie de las partículas (Vinzents *et al.*, 2005; Forastiere, 2004).

En los últimos años un número importante de estudios realizados en distintas ciudades ha encontrado que, aún por debajo de los niveles de calidad del aire considerados como seguros, se asocian con efectos nocivos sobre la salud. Por otro lado, aumenta la preocupación sobre los posibles riesgos de agentes para los que

no existe una evaluación satisfactoria. Importantes sectores de la población están expuestos a contaminantes atmosféricos con posibles repercusiones negativas sobre su salud (Ballester *et al.*, 1999).

Algunos alimentos por sus micronutrientes y sustancias bioactivas son considerados como elementos protectores ante diversos tipos de cáncer, entre ellos el de pulmón. Los vegetales, frutas, legumbres y nuez tienen una variedad de micronutrientes y otros componentes que disminuyen el riesgo de cáncer. Estos son carotenoides (incluyendo betacarotenos y licopeno), folatos, vitamina C, vitamina D, vitamina E, queratina, piridoxina y selenio (Zamora, 2007; World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. 2007; Center for Environmental Oncology, 2006).

Considerando que los factores causales anteceden a los efectos (Kundi, 2006), la exposición de las personas a niveles elevados de contaminantes atmosféricos como se presentan en algunas áreas de la zona metropolitana de Guadalajara, pueden contribuir a la prevalencia de los casos de cáncer pulmonar.

Se puede sospechar una asociación entre el cáncer de pulmón y exposición a contaminantes atmosféricos dentro de la ZMG, ya que muchos de estos contaminantes presentes en la ciudad, son conocidos como agentes carcinógenos.

La salud ambiental busca la relación de aspectos de la salud humana que pueden ser determinados por factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicológicos en el medio ambiente, así como evitar y corregir aquello del medio ambiente que amenace la salud. Se consideró importante estudiar las posibles asociaciones entre los efectos ambientales y la presentación de cáncer de pulmón, así como algunas variables que influyen en la vulnerabilidad de la población ante esta enfermedad y por ejemplo, las características sociales y de exposición que tuvieron



las personas con diagnóstico de cáncer de pulmón en el periodo 2007 atendidas en el Instituto Jalisciense de Cancerología (IJC).

El objetivo del presente trabajo fue el de identificar y caracterizar factores ambientales y sociales presentes en las personas con diagnóstico de cáncer de pulmón en el periodo 2007 atendidas en el Instituto Jalisciense de Cancerología; y de forma más específica, identificar la asociación entre la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara y el desarrollo de cáncer de pulmón; analizar la relación entre la exposición a humo de tabaco en los pacientes con cáncer de pulmón e identificar si el consumo de alimentos conocidos como protectores de cáncer tienen alguna asociación con los casos de cáncer de pulmón en la zona metropolitana de Guadalajara.

## METODOLOGÍA

Este estudio se realizó a través de encuestas transversales, considerando variables de exposición y de vulnerabilidad. En ambas, los valores fueron de carácter retrospectivo basado en las respuestas de la entrevista y que dependieron de la memoria de los pacientes entrevistados. En el caso de las variables de exposición, fueron los datos obtenidos de entrevistas en campo con observaciones directas y de registros históricos de las estaciones de monitoreo.

### Variables de exposición

Las variables de exposición son las relacionadas con la caracterización de los factores ambientales, y se incluyeron las siguientes:

- ▀ Antecedentes de exposición a humo de tabaco
- ▀ Exposición a agentes cancerígenos derivados de solventes, y residuos de diesel, petróleo y leña

- ▀ Cercanía de los domicilios a zonas de alta afluencia de tráfico
- ▀ Exposición a contaminantes atmosféricos como  $PM_{10}$
- ▀ Cercanía a emisiones industriales
- ▀ Manipulación de plaguicidas

### Variables de vulnerabilidad

Son las que se relacionan con las características y condiciones de las personas diagnosticadas con cáncer de pulmón atendidas en el Instituto Jalisciense de Cancerología en 2007, y se consideran las siguientes:

- ▀ Antecedentes heredofamiliares de cáncer
- ▀ Alcoholismo
- ▀ Escolaridad
- ▀ Género
- ▀ Consumo de alimentos protectores
- ▀ La edad en la que se confirma el cáncer de pulmón

El universo de estudio estuvo constituido por los pacientes que fueron diagnosticados con cáncer de pulmón primario, y que acudieron a consulta al Instituto Jalisciense de Cancerología durante 2007.

### Criterios de inclusión

Pacientes con diagnóstico de cáncer de pulmón primario, que estuvieron de acuerdo con participar en el estudio y quienes firmaron una carta de consentimiento informado.

### Criterios de exclusión

Pacientes que no desearan colaborar en el estudio; pacientes con diagnóstico de cáncer de pulmón pero con residencia fuera de la zona metropolitana de Guadalajara.

### Recolección de información

Se seleccionaron los pacientes con diagnóstico de cáncer pulmonar primario en el Instituto Jalisciense de Cancerología (IJC) durante el año 2007.

La recolecta de datos tuvo la siguiente secuencia:

- Revisión de expedientes para confirmar diagnóstico.
- Visita domiciliaria a los pacientes para informar del estudio e invitarlos a participar.
- Aplicación de un cuestionario para identificar factores de riesgo, el cual fue aplicado por el mismo entrevistador en todos los casos.

Se valoró la contaminación de la siguiente forma:

- Se realizó la medición del flujo vehicular en el lugar de residencia de los pacientes de forma directa.
- Se llevó a cabo la medición de la distancia del lugar de las viviendas a líneas de alta afluencia de tráfico.
- La contaminación a la que estuvieron expuestos en los domicilios fue evaluada según la distribución espacial de las partículas suspendidas fracción respirable según el valor medio anual de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la ZMG que generó Davydova en 2004.
- De los registros de las estaciones de monitoreo se calculó el promedio de partículas suspendidas menores  $10\mu$  de 1996 a 2006 a partir de datos de la estación de monitoreo y se determinó sus zonas de influencia con base en el método de polígonos de Thiessen.

### Tipos de análisis

Se realizó un análisis estadístico por tipo de variable estimando

una determinación del tipo univariado nominal de frecuencias y un análisis bivariado continuo considerando correlación, factor de determinación y análisis de varianza.

### RESULTADOS

El grupo de estudio consistió en 20 pacientes, 10 del género masculino y 10 del género femenino, cuyas edades oscilaron de 37 a 89 años, distribuidos en todos los sectores de la ciudad, sin embargo la mayor parte de ellos se localizan al suroeste de la ciudad donde se registran los niveles más altos de contaminación (figura 1). En la visita domiciliaria según apreciación personal la mayor parte de ellos se clasifican en clase social baja y sólo dos de ellos en clase media.



Figura 1 Ubicación de los domicilios de los pacientes con cáncer de pulmón del IJC de 2007.  
Fuente directa

### Factores ambientales o de exposición

**Exposición a humo de tabaco.** La bibliografía menciona que el tabaquismo es el responsable del 90% de los casos de cáncer de pulmón (Wyngaarden y Smith, 1997), por lo que se esperaba encontrar una alta frecuencia de fumadores en el grupo de estudio. El resultado mostró que el 75% de los individuos con cáncer de pulmón tuvieron antecedentes de exposición a humo de tabaco; 65% como fumadores activos y 10% como fumadores pasivos, un 25% no refirieron haber estado expuestos a humo de tabaco por lo que se puede suponer que hay otras variables aparte del tabaquismo que están presentes en quienes padecen cáncer de pulmón (figura 2).

**Exposición a agentes cancerígenos derivados de solventes y residuos de diesel, petróleo y leña.** En varios estudios (Samet y Cohen, 1999; Armstrong *et al.*, 2004; Forastiere, 2004), se reconoce que exposiciones a fuentes de energía como leña y petróleo, o diesel y solventes pueden favorecer la presencia de cáncer al contener sustancias comprobadas como cancerígenas. Los resultados mostraron que un 55% de la población estudiada habían estado expuestos a este tipo de emisión (figura 3).

**Exposición a emisiones industriales.** El vivir en zonas aledañas a industrias, a éstos se considera un factor de riesgo para cáncer de pulmón (Edwards *et al.*, 2006; Boffetta, 2005) por los contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera y la exposición constante, sin embargo en la población de estudio el 70% no vivía cerca de zonas industriales (figura 4).

**Exposición a contaminación del aire por partículas.** En diversas citas se ha asociado los niveles de contaminación atmosférica con pre-

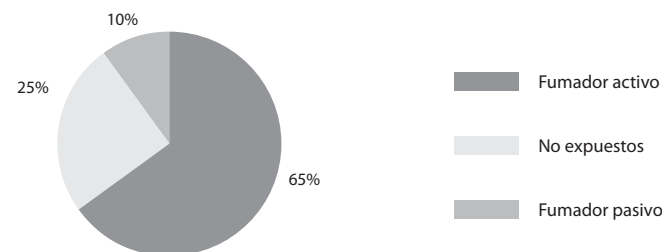


Figura 2 Frecuencia de diversos tipos de exposición al humo de tabaco de los casos de cáncer de pulmón en el IJC durante 2007

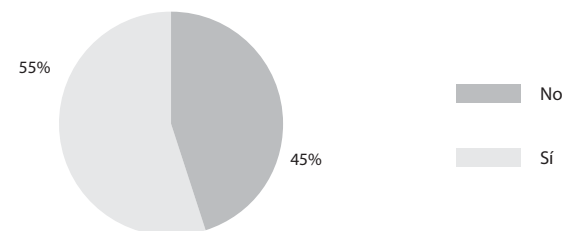


Figura 3 Antecedentes de exposición a solventes y residuos de diesel, petróleo y leña en los casos de cáncer de pulmón en el IJC durante 2007

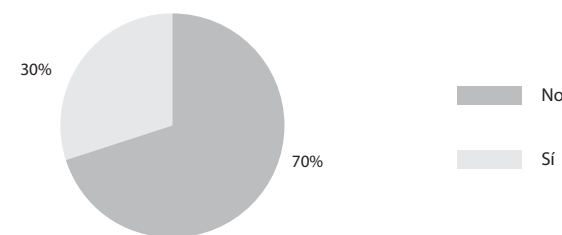


Figura 4 Frecuencia de pacientes del IJC en 2007 expuestos a emisiones industriales

sencia de cáncer de pulmón, de forma particular la derivada de partículas producto de vehículos automotores (Nawrot *et al.*, 2007; Vinzents *et al.*, 2005; Garshick *et al.*, 2002; Samet y Cohen, 1999). En este estudio, 30% de la población participante estuvo expuesta a niveles riesgosos de partículas menores de  $10\mu$ , en sitios cuyos niveles promedio anuales están fuera de norma y donde la probabilidad de estar fuera de norma es del 80% o más, siendo éstas las zonas de Miravalle, Loma Dorada y Tlaquepaque. Otro dato es que el 30% de la población participante estuvo expuesta a niveles de emisiones de contaminantes por tráfico mayores de 10 mil vehículos por día considerados como exposiciones peligrosas (figura 5). Un dato que llama la atención, es que el 60% de los pacientes con cáncer de pulmón estudiados, su vivienda se encontraba de 0 a 200 metros, cercana a líneas de alta afluencia de tránsito vehicular (figura 6).

**Exposición a plaguicidas.** Algunos estudios mencionan una asociación con el cáncer de pulmón y el uso de insecticidas, fungicidas y herbicidas (Baldi y Lebailly, 2007; Alavanja *et al.*, 2004). De los pacientes entrevistados sólo 30% los había utilizado con frecuencia (figura 7).

**Factores sociales o de vulnerabilidad presentes en los pacientes con cáncer de pulmón**

**Antecedentes heredofamiliares de cáncer.** La bibliografía describe que el tener antecedentes familiares de haber padecido cáncer es un factor de riesgo para que otros miembros de la familia padezcan la enfermedad (Tierney *et al.*, 2006). En la presente investigación el 45% de la población de estudio tenía antecedentes familiares

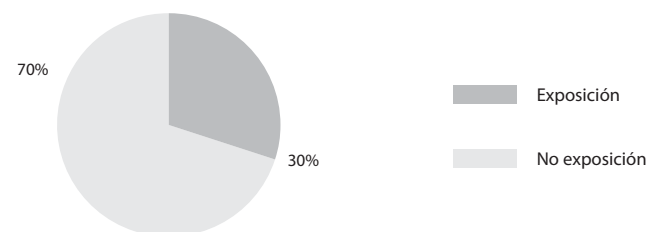


Figura 5 Exposición a emisiones de tráfico, más de 10 mil vehículos por día de pacientes con cáncer de pulmón del UC en 2007

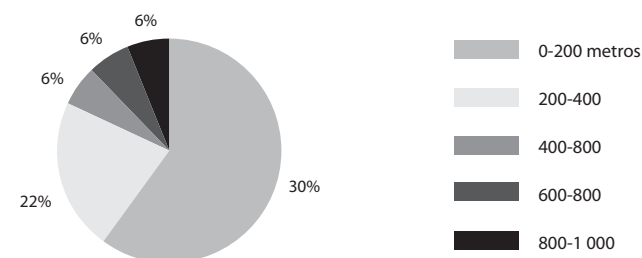


Figura 6 Distancia de exposición a líneas de alta afluencia de tráfico de los pacientes con cáncer de pulmón del UC en 2007

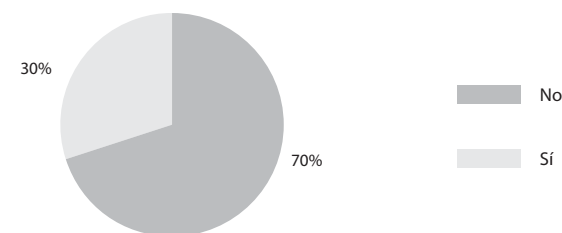


Figura 7 Exposición a plaguicidas de pacientes con cáncer de pulmón del UC en 2007

de cáncer por lo que se puede deducir que hay otros factores también importantes para la aparición de cáncer de pulmón (figura 8).

**Alcoholismo.** La bibliografía menciona el alcoholismo como un factor de riesgo para el cáncer de pulmón (Tovar *et al.*, 2002), aunque no describe claramente cuál es la fisiopatología para que esto ocurra, se considera que de forma frecuente la toma de licor por lo regular se acompaña de tabaco.

En este grupo de pacientes el 35% tomaban grandes cantidades y semanalmente (figura 9).

**Grado de escolaridad.** Si bien el grado de escolaridad se asocia con la vulnerabilidad de las personas ante las amenazas o peligros ambientales, no hay una clara asociación entre el grado de escolaridad y la presentación de cáncer de pulmón, sin embargo, en este estudio el mayor porcentaje de los pacientes tenían sólo uno y dos años de escolaridad que fue un 45% y el 65% no terminaron la primaria (figura 10).

**Género.** Es sabido que el cáncer de pulmón a nivel global, se presenta con relación hombre/mujer de 2.9:1 (Parkin *et al.*, 2005; García *et al.*, 2007), En la población de estudio se manifestó un 50% para cada sexo (figura 11).

**Consumo de alimentos protectores.** La ingesta de algunos alimentos son considerados protectores contra el cáncer de pulmón, como carotenos, cítricos, granos según lo menciona el Center for Environmental Oncology, Pittsburgh, 2006 y World Cancer Research Fund, 2007. Al respecto se encontró que el 75% de los pacientes con cáncer de pulmón no consumían estos alimentos o lo hacían

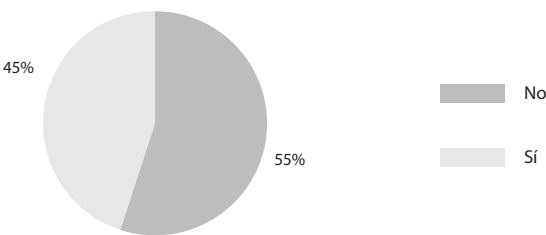


Figura 8 Antecedentes hereditarios en la población de pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007

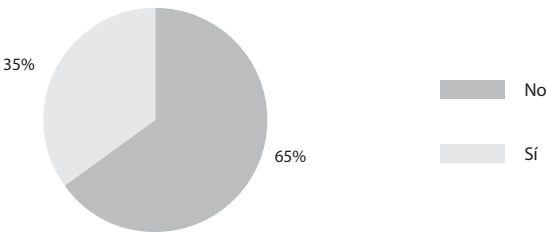


Figura 9 Alcoholismo en la población con cáncer de pulmón del IJC en 2007

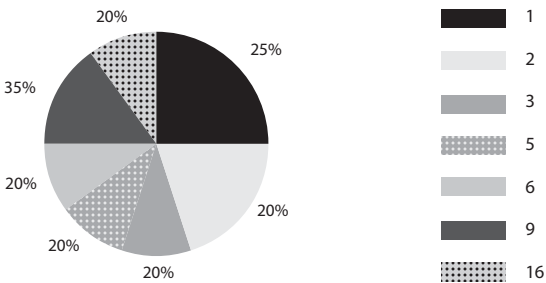


Figura 10 Años de escolaridad de la población de pacientes con cáncer de pulmón del IJC en 2007

muy esporádicamente y sólo un 25% sí los consumían con regularidad lo que destaca la importancia de esta variable (figura 12).

**La edad de presentación del cáncer de pulmón.** Las fuentes bibliográficas mencionan una mayor incidencia de cáncer de pulmón después de los 60 años (Soriano *et al.*, 1998). En el presente trabajo se observa un rango amplio de edad que va de los 37 a los 89 años. Teniendo un 45% de la población menos de 60 años, y un 55% más de 60, lo que permite establecer dos grupos de edad comparativos y analizar como las variables independientes pudieran asociarse con que el cáncer de pulmón aparezca en una edad temprana (antes de los 60 años), o tardía (después de 60 años). Las frecuencias de edades se pueden ver en la figura 13.

Asociación de variables

**Asociación entre la edad de presentación del cáncer y la exposición a humo de tabaco.** Para la asociación con la variable fumar, se realizaron dos grupos, los que fumaban y los no expuestos a humo de tabaco. El resultado de la correlación simple entre estas dos variables fue  $r=0.58$  y un coeficiente de determinación de 33.64%, es decir, hay una asociación positiva entre los fumadores y la presentación de cáncer de pulmón a edad avanzada y la variabilidad de los rangos de edad en la que se manifiesta el cáncer de pulmón en un 34% se explica por los niveles de exposición al humo de tabaco.

**Asociación entre la edad de presentación del cáncer y el consumo de alimentos protectores.** Para la asociación de estas variables se consideraron los mismos rangos de edad. Los alimentos que se tomaron en cuenta fueron los que describe el Centro de Oncología Ambiental de Pittsburgh en 2006 y World Cancer Research Fund, 2007. Que son

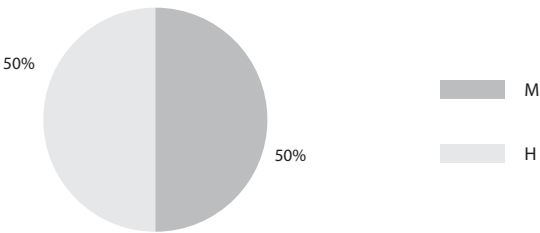


Figura 11 Distribución de género en pacientes con cáncer de pulmón del UC en 2007

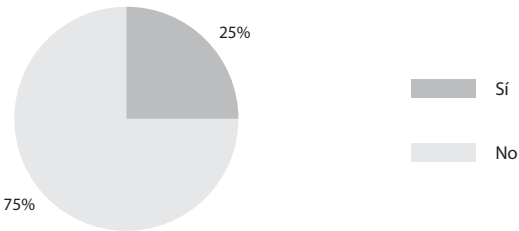


Figura 12 Consumo de alimentos protectores en pacientes con cáncer de pulmón del UC en 2007

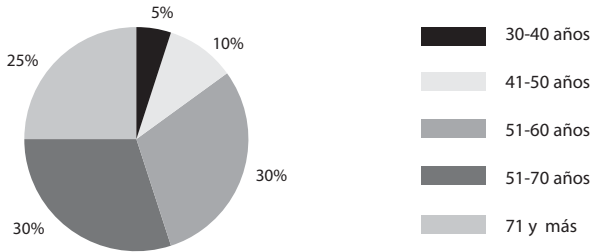


Figura 13 Edad en que se presentó el cáncer de pulmón en los pacientes del UC en 2007

vegetales (col, coliflor, col de bruselas, brócoli, papas, zanahorias); frutas (cítricos, naranja, limón, mandarina, guayaba, toronja, papaya, melón); cereales (arroz, avena, pastas, trigo, maíz, nuez). El consumo de éstos fue considerado como positivo, si cinco de estos alimentos se consumían más de tres veces a la semana, obteniendo una correlación simple  $r = 0.41$  y un coeficiente de determinación de 16.81%. Se observa una correlación importante con la no ingesta de alimentos y la presencia de cáncer de pulmón en edad avanzada.

*Asociación entre exposición a contaminación del aire por partículas y la edad de presentación del cáncer de pulmón.* Se tomaron los rangos de edad ya mencionados. La contaminación en los domicilios fue evaluada según la distribución espacial de las partículas suspendidas fracción respirable según su media anual en la zona metropolitana de Guadalajara de 1996 a 1999 utilizando las mediciones de las isólinas referidas por Davydova en 2004, donde se rebasó la Norma Oficial Mexicana que es de  $50\mu/m_3$ , en todos los sectores de la zona metropolitana de Guadalajara. Consideramos útil este dato ya que el 90% de los pacientes vivían en esas fechas en los mismos domicilios que cuando se realizó la entrevista. Los resultados obtenidos fueron una  $r = -0.30$  con un coeficiente de determinación de 9%, por lo tanto observamos una asociación negativa entre el vivir en un lugar que registró mayor nivel de contaminación y la menor edad de presentación del cáncer de pulmón.

*Asociación entre el tránsito vehicular y la edad de presentación del cáncer de pulmón.* Se retomaron las edades de presentación del cáncer de pulmón y se asociaron con el tráfico como indicador de contaminación en los domicilios; para la medición del tráfico se hizo por conteo directo de las 7:00 a las 10:00 hrs. tanto de la calle

donde viven como de las calles cercanas que no rebasará 50 m de distancia a los domicilios que es lo que se considera como margen máximo para la medición de los contaminantes a que están expuestos de forma directa. Se observó que hay una asociación entre el mayor tráfico vehicular y la presentación del cáncer a menor edad con una  $r = -0.31$  y un coeficiente de determinación de 10.21%. Es importante resaltar que tanto la asociación a partículas menores de 10 micras como el tráfico, los valores de correlación tienen signo negativo, lo que puede orientar a evaluar si la presencia de cáncer de pulmón a edad temprana (antes de 60 años) puede estar asociada a la exposición de contaminantes.

*Asociación entre alcoholismo y la edad de presentación del cáncer de pulmón.* Se utilizó la variable edad de presentación del cáncer de pulmón y la ingesta de bebidas alcohólicas cuando llegaban a la embriaguez una vez a la semana por más de diez años. El resultado fue  $r = 0.26$  y un coeficiente de determinación de 6.76% con lo que se muestra una asociación entre el alcoholismo y el cáncer de pulmón presente a mayor edad.

*Otras asociaciones.* La edad en que se presenta el cáncer de pulmón se asoció con las otras variables independientes como la exposición a agentes cancerígenos derivados de solventes y residuos de diesel, petróleo y leña; exposición a emisiones industriales; exposición a plaguicidas, sin embargo estas asociaciones no fueron consistentes.

#### Análisis de varianza

Para aquellas variables que mostraron una correlación arriba de 0.25, se optó por conocer si existía una diferencia significativa entre las diversas variables independientes asociadas y la dife-

rencia de rangos de edad de los pacientes del IJC, considerando dos rangos (los menores y mayores a 60 años), los resultados son presentados a continuación.

**Edad y exposición a humo de tabaco.** La edad de presentación del cáncer de pulmón sí muestran diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza con un error de 0.01 cuando se considera la exposición a humo de tabaco (cuadro 1).

Cuadro 1 Análisis de varianza sobre diferencias entre la edad de presentación del cáncer de pulmón en relación con la exposición a humo de tabaco

Fuente de variación	SC	gl	MC	RV	F tablas (.99)
Tratamientos	8.44	1	8.44	9.37	8.29
Error	16.36	18	.90		
Total	24.8				

**Edad y consumo de alimentos protectores.** La edad de presentación del cáncer de pulmón sí muestra diferencia estadísticamente significativa con un error de 0.025 con relación al consumo de alimentos protectores (cuadro 2).

Cuadro 2 Análisis de varianza sobre diferencias entre la edad de presentación del cáncer de pulmón con relación al consumo de alimentos protectores

Fuente de variación	SC	gl	MC	RV	F tablas (.975)
Tratamientos	5	1	5	7.35	5.98
Error	12.4	18	0.68		
Total	17.4	19			

El resto de las variables no mostraron diferencias mínimas significativas, confiables.

CONCLUSIONES

1. El 65% de los pacientes con cáncer de pulmón fueron fumadores activos, 10% fueron fumadores pasivos, sólo un 25% no estuvo expuesto al humo de tabaco; se observa una asociación entre la edad avanzada de aparición del cáncer de pulmón y el hábito de fumar con una  $r = 0.58$ . Existe una diferencia significativa entre la edad en que se diagnostica el cáncer de pulmón y la exposición a humo de tabaco, si bien resulta clara para edades avanzadas, este factor no influye de la misma manera para las personas jóvenes con cáncer (menores a 60 años), con un error de 0.01. Es decir, hay una asociación no debida al azar entre los fumadores y la presencia de cáncer de pulmón a una edad avanzada, según el coeficiente de determinación el cáncer de pulmón en edad avanzada está determinado en un 33% por fumar.
2. El 75% de los pacientes con cáncer de pulmón no consumían alimentos considerados protectores contra el cáncer (Center for Environmental Oncology, Pittsburgh, 2006), observándose una correlación entre la edad de aparición del cáncer de pulmón y la no ingesta de estos alimentos de  $r = 0.41$ . Existe una diferencia significativa entre la edad en que se diagnostica el cáncer de pulmón y el consumo de alimentos protectores; si bien resulta clara para edades avanzadas, este factor no influye de la misma manera para las personas jóvenes con cáncer (menores a 60 años) con un error de 0.025%. Es decir hay una asociación no debida al azar entre el no consumo de alimentos protectores y la presencia de cáncer de pulmón en edad avanzada.



La presencia de cáncer de pulmón en edad avanzada está determinada en un 16.81% por el no consumo de alimentos protectores contra el cáncer.

3. El 35% de los pacientes ingerían bebidas alcohólicas con frecuencia, observándose una asociación entre la ingesta de bebidas alcohólicas y la mayor edad de presentación del cáncer de pulmón  $r = 0.26$ . Sin embargo esto puede explicarse por el azar.

El coeficiente de determinación explica en un 6.76% el que los pacientes hayan desarrollado cáncer de pulmón.

4. La distribución espacial de la media anual de partículas suspendidas fracción respirable, muestra los promedios anuales en la zona metropolitana de Guadalajara de los años de 1996 a 1999 (Davydova, 2004), rebasando en todas las zonas la norma oficial de exposición crónica de  $50\mu/m_3$ . Observando según el lugar de residencia y la edad de aparición del cáncer de pulmón una correlación negativa de  $r = -0.30$ , es decir, existe una asociación entre la exposición de partículas y una edad temprana de aparición de cáncer de pulmón, sin embargo ésta requiere de mayores estudios para su confirmación. A mayor nivel de contaminación en el lugar donde viven, se observó menor edad de presentación del cáncer de pulmón. El coeficiente de determinación explica en un 9% la presentación del cáncer a menor edad.
5. Es necesario difundir los resultados para que la población tenga conocimiento de aquellos factores que pueden alterar su salud, incluso que los vuelven más vulnerables al adquirir enfermedades como lo es el cáncer de pulmón.

### 3. Calidad bacteriológica del aire en el centro histórico de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México

Javier García Velasco, Ana Xóchitl González Becerra,  
Martha Orozco Medina, Josefina Casas Solís,  
Beatriz Rodríguez Pérez, Aurora Rosas Ramírez  
y Gabriela Hernández Pérez

#### INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es resultado de la creciente industrialización y del desarrollo económico asociado con la cantidad de vehículos, aumento de bienes materiales y más espacio dedicado a las zonas urbanas. Los reportes científicos se acumulan anualmente y documentan las concentraciones de los contaminantes prioritarios los cuales son irritantes y hasta tóxicos a la salud de los pobladores y tienen el potencial de formar otros compuestos en la atmósfera aún más tóxicos que los compuestos originalmente emitidos, como consecuencia dañan la salud de la población, ecosistemas, bosques, cultivos agrícolas, monumentos históricos y materiales de construcción en general (SMCM, 2006). Las evaluaciones anuales de la calidad del aire, principalmente en las ciudades, tienen como objetivo prevenir que la presencia de contaminantes atmosféricos puedan significar o representar un riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente (Curiel *et al.*, 1994).

Las partículas suspendidas, en particular aquellas con tamaños inferiores a los 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), causan daños severos al penetrar hasta las áreas más pequeñas y sensibles de las vías respiratorias, agravando los síntomas de las frecuentes enfermedades de pulmones y sistema respiratorio; este daño es superior

en los pobladores de ciudades y en regiones ubicadas cerca de industrias y en grandes asentamientos humanos (SMCM, 2006).

Muchas especies de bacterias tienen características para realizar el transporte atmosférico de largo alcance. El polvo del desierto africano puede afectar la calidad del aire en África, Europa, el Oriente Medio y América. El polvo asiático del desierto puede afectar la calidad del aire en Asia, el Ártico, Norteamérica y Europa (Eugene *et al.*, 2003). Uno de los principales promotores de contaminación son las excretas; la más abundante es la de rata, sigue la del perro, después el humano y por último el de aves y otros animales domésticos. Los microorganismos del aire en general se dispersan con relativa facilidad, tal como los patógenos verdaderos y los oportunistas del tipo *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*, comunes en la nasofaringe humana que se expulsan al aire por gotas de saliva, mucus, al toser, estornudar, hablar, escupir o reír, y que son responsables de la transmisión de enfermedades comunes del aparato respiratorio.

Se han utilizado diferentes métodos de análisis para determinar la contaminación en el aire, los más utilizados son los métodos cuantitativos como el recuento en placa para determinar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por placa/tiempo de exposición, o por recuento directo utilizando un portaobjetos modificado (un portaobjetos impregnado de una sustancia adhesiva que se desplaza por el aire en un avión). Actualmente se utiliza una bomba que succiona un volumen calibrado de aire a través de un filtro de membrana con un tamaño de poro 0.5  $\mu\text{m}$  o inferior (Domínguez *et al.*, 1998).

Los contaminantes de mayor problema en la zona metropolitana de Guadalajara, con base en los reportes de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, son las partículas suspendidas ( $\text{PM}_{10}$ ) y el ozono. Los síntomas que se asocian con la exposición a

contaminantes atmosféricos ya reportados en habitantes de las grandes zonas metropolitanas son: el incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas, aumento en la frecuencia de muertes asociadas a la contaminación atmosférica, disminución de la capacidad respiratoria, aumento de ataques de asma, incremento de casos de enfermedades cardíacas, y aumento en la frecuencia de cánceres pulmonares (INE, 2005; DGSA, 2002; González, 1996).

Existe una serie de padecimientos clasificados como respiratorios agudos determinados por virus, alergias y bacterias como la rinofaringitis, laringitis, bronquitis aguda, etc., que se presentan en cuadros clínicos semejantes y en ocasiones es difícil identificar la causa de la patología. Sin embargo, no existen normas que determinen las concentraciones permisibles de patógenos en el aire de espacios abiertos. Algunos estudios realizados consideran que el límite permisible para bacterias Gram negativas en ambientes ocupacionales interiores está dentro del rango de 300 a 1000 UFC/ $\text{m}^3$  (Rosas, 2003).

El objetivo del presente trabajo fue conocer la composición microbiológica del aire en el centro histórico de Guadalajara y evaluar dos métodos de muestreo, uno por gravedad y otro mecánico.

## METODOLOGÍA

### Identificación de los puntos de muestreo

Se localizaron 25 puntos en espacios exteriores de la zona centro de Guadalajara, que comprende perimetralmente las calles Federalismo, avenida La Paz, Juan Díaz Covarrubias y Angulo. Para la ubicación de éstos, se consideró tráfico vehicular, densidad de tránsito de población, actividades económicas y educativas, etc. Se realizaron tres muestreos, en horario matutino, en 25 puntos en



Figura 1 Localización del área de estudio

espacios exteriores, correspondientes a los meses de marzo, mayo y agosto, para conocer la composición bacteriológica del aire.

Toma de muestras y métodos utilizados

La toma de las muestras se llevó a cabo por dos métodos (caja abierta o gravedad y analizador de aire o mecánico); se analizaron las muestras y se realizó la identificación de bacterias, de acuerdo con el método de preparación de muestra, descrito en las normas: Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y servicios, método para la determinación de *salmonella* en alimentos y Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios, método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. El método de gravedad utilizó cajas de petri con agar soya tripticaseína para la detección y aislamiento de bacterias mesó-

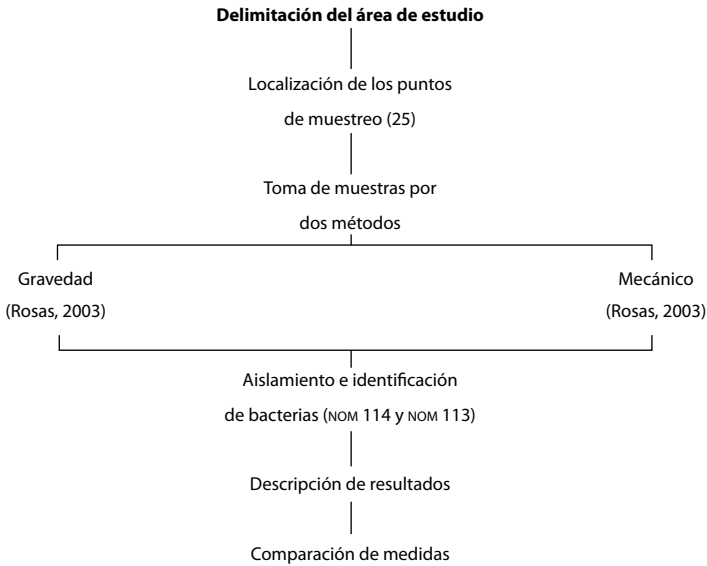


Figura 2 Metodología de muestreos de aire

filas aerobias. Las cajas se abrieron a una altura de 1 m, durante 5 min. Se incubaron a 37 °C durante 24 horas, tiempo en que se cuantificaron las unidades formadoras de colonias (UFC)/caja, después se aislaron y se procedió a realizar las pruebas de identificación. Para el método mecánico se utilizó una bomba de filtrado de aire Millipore®, la cual impactó en caja el contenido biológico de 100 litros de aire, siguiendo el procedimiento de incubación y determinación similar al método de gravedad.

Aislamiento e identificación de bacterias

Para el aislamiento e identificación, se seleccionaron las colonias bacterianas con diferente morfología colonial y se transfirieron a tubos con medio de enriquecimiento. Se incubó de 18 a 24 horas a 35 ± 2° C. Se inoculó el crecimiento bacteriano en

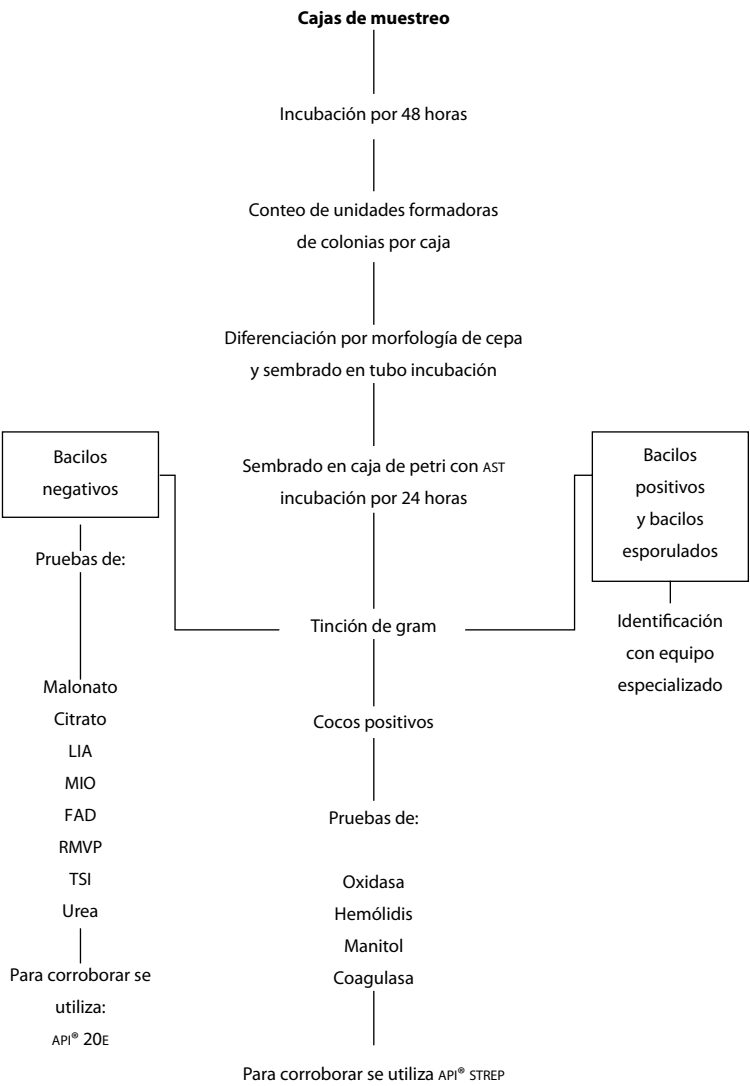


Figura 3 Metodología para la identificación de bacterias (NOM-114-SSA1-1994; Rosas, 2003)

caja de petri con agar de enriquecimiento y se incubó a  $35 \pm 2^\circ \text{C}$  durante 24 horas. Después se observó si el cultivo era puro, de no ser así se sembró nuevamente en medio de cultivo diferencial y selectivo por estría cruzada para obtener colonias aisladas y se incubó a  $37^\circ \text{C} / 24 \text{ hrs}$ . Se realizó después tinción diferencial de Gram de cada una de las colonias y se les agrupó de acuerdo con sus características tintoriales en Gram<sup>+</sup>, Gram<sup>-</sup>, bacilos, cocos, esporulados, etc. Una vez aisladas y purificadas las colonias, se realizó la identificación por método convencional y confirmado por kit de API (BioMérieux® S. A.). En algunos casos se realizó un cultivo seriado para tener suficiente crecimiento bacteriano.

RESULTADOS

Composición bacteriológica del método por gravedad  
Las unidades formadoras de colonias (UFC) del primer y segundo muestreo fueron semejantes como se observa en la figura 4, en contraparte el tercer muestreo presentó un elevado aumento de UFC, en especial en los puntos 3, 19, 20 y 22.

Cuadro 1 Promedio de unidades formadoras de colonias en 5 minutos (G) de exposición por m<sup>3</sup> (B), por punto de muestreo

Localización	Muestreo 1 (marzo)		Muestreo 2 (mayo)		Muestreo 3 (septiembre)	
	G	B	G	B	G	B
Calzada Independencia entre Esteban Alatorre y Pablo Valdez	25	400	33	360	57	210
Brillante y Manuel Acuña	18	980	58	2250	127	240
General Salazar e Industria	14	2030	109	1900	258	900

Localización	Muestreo 1 (marzo)		Muestreo 2 (mayo)		Muestreo 3 (septiembre)	
	G	B	G	B	G	B
República y calzada Independencia	111	430	77	380	82	570
Mariano Jiménez después de República	26	470	37	410	66	1570
Cabañas antes de avenida Juárez	42	750	59	500	105	3550
Vicente Guerrero y Gigantes	33	210	27	150	35	2520
Constitución entre Analco y 5 de Mayo	72	280	50	300	53	940
Insurgentes y Gómez Farías	100	120	56	100	40	400
Obregón y Lic. Verdad	39	90	24	150	21	770
La Paz y calzada Independencia	56	180	37	380	37	4800
Corona entre calzada Revolución y Prisciliano Sánchez	68	170	43	190	39	900
Corona y López Cotilla	54	280	41	470	49	6990
López Cotilla y Degollado	27	530	40	320	56	190
Degollado, Plaza Tapatía	40	340	37	170	53	300

Localización	Muestreo 1 (marzo)		Muestreo 2 (mayo)		Muestreo 3 (septiembre)	
	G	B	G	B	G	B
Independencia y Liceo	85	620	74	240	99	280
San Felipe y Humboldt	17	370	27	350	51	630
Garibaldi y Baeza Alzaga	115	490	82	110	90	1700
Liceo, entre San Felipe y Reforma	33	730	53	360	100	810
Angulo y Belén	50	1030	77	1210	142	10350
Contreras Medellín, entre Angulo y Herrera y Cairo	45	300	38	130	49	2990
Mariano Bárcenas y San Felipe	48	930	71	110	129	5160
Mariano Bárcenas y Morelos	36	INC	18	80	9	12150
Pavo, entre Nueva Galicia y Libertad	73	320	53	120	59	1300
Federalismo y Juárez	38	260	32	120	42	8220
INC: Incontable						

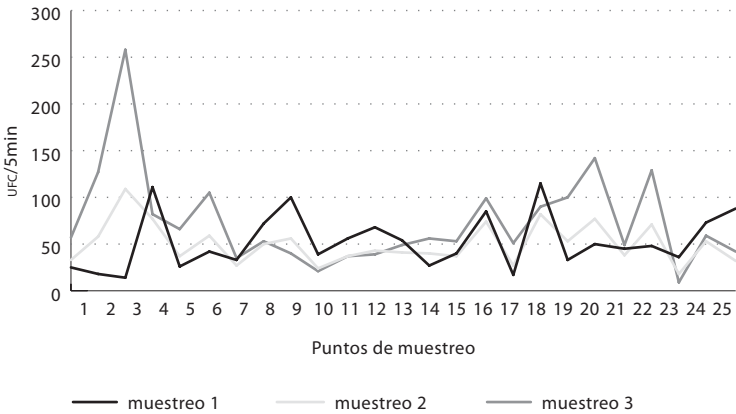


Figura 4 Comparación de las UFC de los tres muestreos de caja abierta (método de gravedad)

Se realizó una comparación de medias a través de una prueba de T para muestras relacionadas, con 95% de intervalo de confianza, y como postulado, que al ser la significancia menor de 0.05 existen diferencias significativas; al ser mayor la significancia de 0.05 no hay diferencias.

Los resultados de las comparaciones de medias de abundancia de UFC de los muestreos de caja abierta fueron los siguientes, los muestreos uno y dos tuvieron una significancia de 0.8061, no tienen diferencias significativas; el uno y el tres una significancia de 0.0221, no son semejantes; y por último los muestreos dos y tres obtuvieron una significancia de 0.0164 tienen diferencias significativas.

Las comparaciones de medias de abundancia de organismos patógenos de los muestreos de caja abierta obtuvieron los siguientes resultados, los muestreos uno y dos tuvieron una significancia de 0.0463, por lo tanto son diferentes; el uno y el tres una significancia de 0.6821, que nos indica que son semejantes, al igual que muestreos dos y tres que tuvieron una significancia de 0.1176.

Los porcentajes de bacterias Gram<sup>+</sup> positivas y Gram<sup>-</sup> negativas no presentaron variaciones significativas en el primer y tercer muestreo, se situaron entre el 70% para positivas y el 30% para negativas, el segundo muestreo tuvo porcentajes de 60 y 40 respectivamente.

Como se observa en las figuras 5, 6 y 7, el primer y tercer muestreo presentan, a excepción del *Vibrio*, los mismos géneros y coinciden algunos porcentajes; en el segundo muestreo se reportaron más géneros como *Chryseomona*, *Proteus* y *Salmonella*.

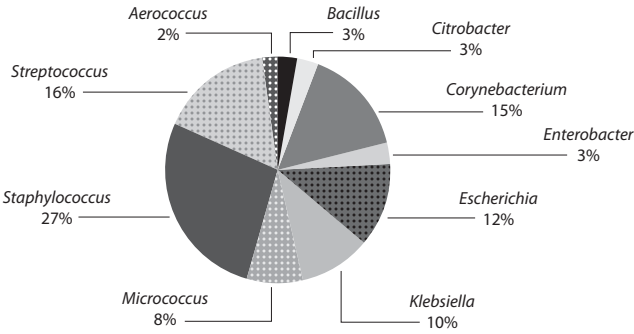


Figura 5 Diversidad de bacterias del primer muestreo (método de gravedad)

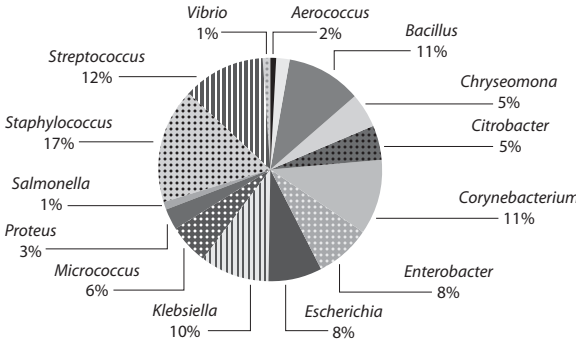


Figura 6 Diversidad de bacterias del segundo muestreo (método de gravedad)

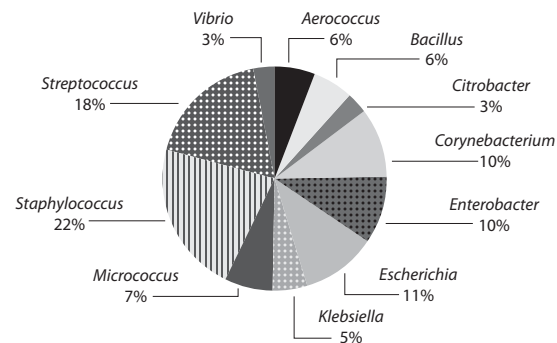


Figura 7 Diversidad de bacterias del tercer muestreo (método de gravedad)

Composición bacteriológica del método mecánico

Como se observa en las figuras 8, 9, 10 y 11, el primer y segundo muestreo obtuvieron abundancias muy similares, el tercer muestreo, sin embargo, tuvo aumentos muy considerables, como en los puntos 6, 11, 13, 20, 23 y 25.

Los resultados de las comparaciones de medias de abundancia de UFC /m<sup>3</sup> de los muestreos de filtro fueron los siguientes: los muestreos uno y dos obtuvieron una significancia de 0.8061, que nos indica que son semejantes; el uno y el tres una significancia de 0.0139, por lo tanto son diferentes; y por último los muestreos dos y tres obtuvieron una significancia de 0.0128, tienen diferencias significativas.

Los porcentajes de bacterias Gram<sup>+</sup> y Gram<sup>-</sup> en los muestreos uno y dos fueron casi iguales acercándose a 60% y 40% respectivamente, mientras que el tercero aumentó casi el 20% en Gram<sup>+</sup>.

En cuanto a diversidad, el primer y tercer muestreo presentaron, a excepción de *Klebsiella*, encontrado en el primero, el mismo número de géneros, el segundo muestreo tuvo mayor diversidad al registrarse especies de 12 géneros diferentes. Los porcentajes

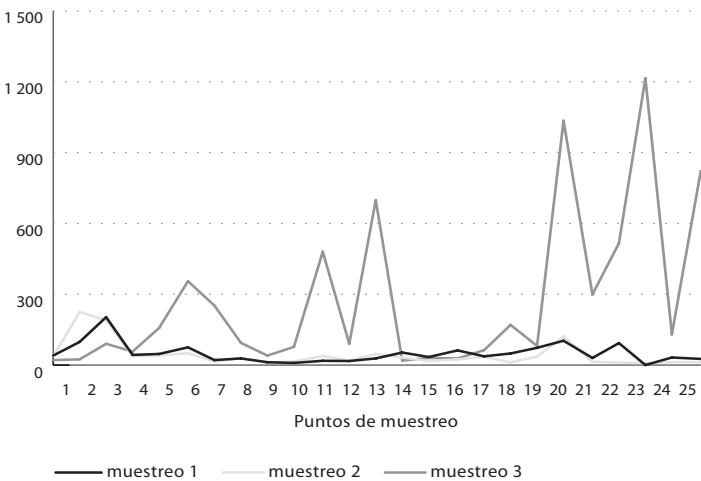


Figura 8 Comparación de las UFC/m<sup>3</sup> de los tres muestreos de filtro (método mecánico)

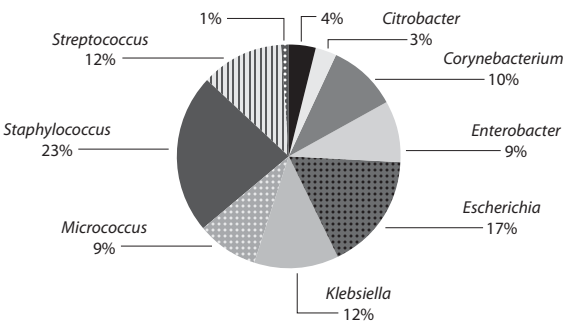


Figura 9 Diversidad de bacterias del primer muestreo (método mecánico)

se mantuvieron constantes a excepción del género *Bacillus*, el cual en el segundo muestreo aumentó su porcentaje. En el tercer muestreo se registró la presencia de *Chryseomona* y *Proteus*. Los géneros con mayor abundancia fueron *Staphylococcus* y *Streptococcus*, con porcentajes semejantes en los tres muestreos.

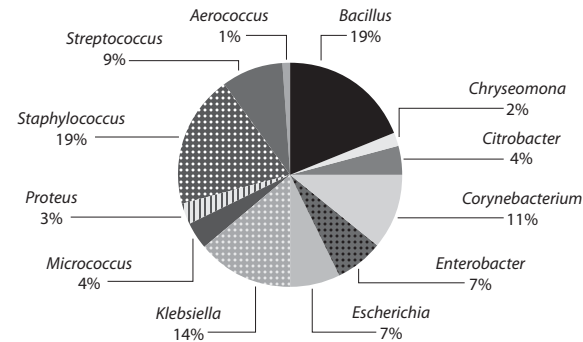


Figura 10 Diversidad de bacterias del segundo muestreo (método mecánico)

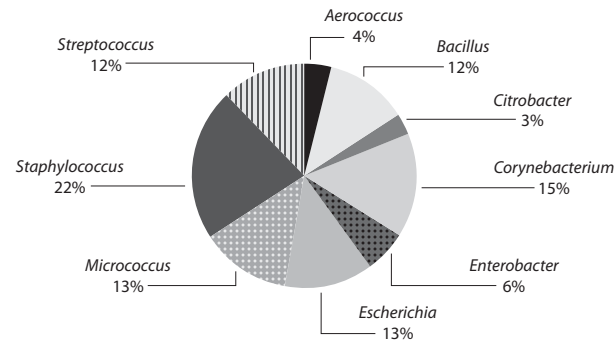


Figura 11 Diversidad de bacterias del tercer muestreo (método mecánico)

Como se observa en las figuras 12, 13 y 14, la abundancia de bacterias varía con respecto a los cambios climáticos, algunos puntos se mantienen durante los periodos muestreados, como el punto 6, el cual presenta altos niveles constantes, así como algunos puntos mantienen niveles medios como el 5, o niveles bajos como los puntos 8, 9, 10, entre otros. Sin embargo como se observó en las figuras 1 y 5, los niveles más altos de abundancia de organismos se presentaron en el tercer muestreo (la escala de alto, medio y bajo se construyó tomando los valores extremos divididos entre tres).

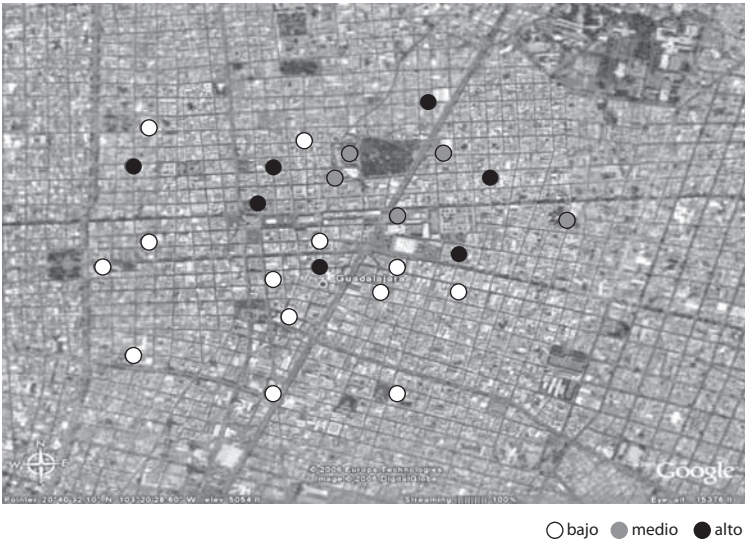


Figura 12 Distribución de abundancia bacteriana por punto del primer muestreo

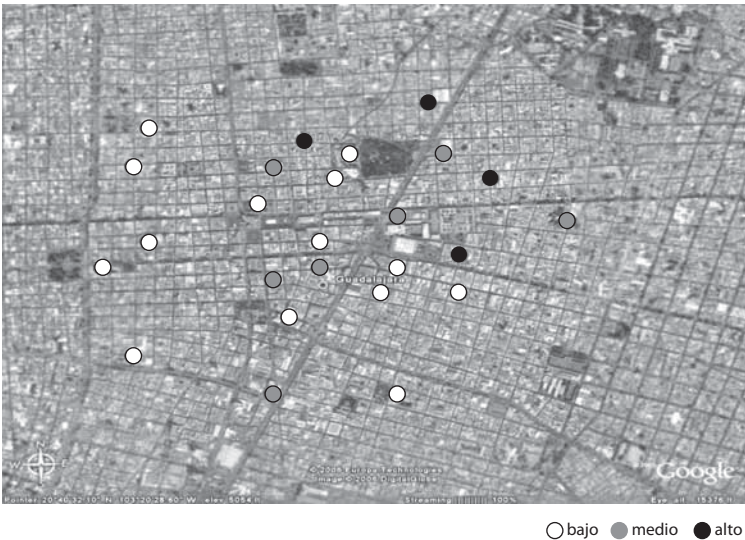


Figura 13 Distribución de abundancia bacteriana por punto del segundo muestreo



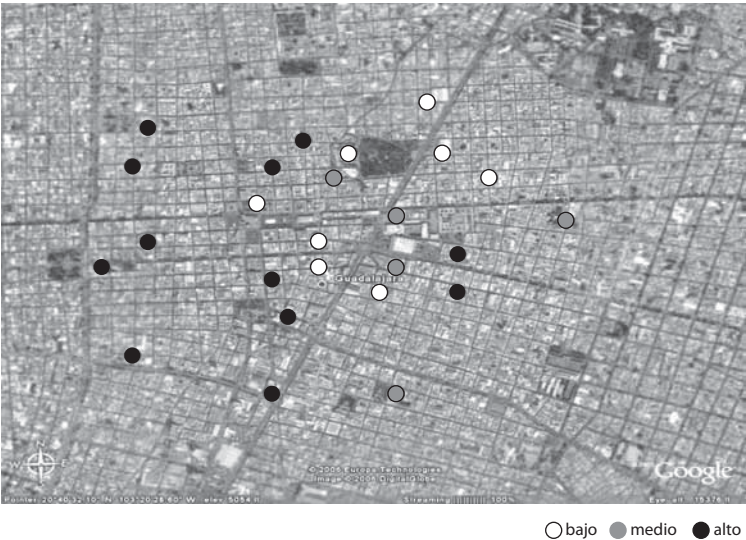


Figura 14 Distribución de abundancia bacteriana por punto del tercer muestreo

CONCLUSIONES

La diversidad bacteriológica del centro histórico de Guadalajara es semejante durante las estaciones del año, pero en cuanto a diversidad sí existen diferencias, pero en lo que se refiere a abundancia de UFC, solamente se encontró un aumento después del temporal de lluvias (tercer muestreo, figura 15). Ambos métodos reflejaron resultados de gran interés; el método de gravedad representa una buena herramienta en trabajos cualitativos, pues fijó mayor diversidad de bacterias; sin embargo, para trabajos cuantitativos, en los que se requiere referencias UFC/m<sup>3</sup>, es mejor utilizar el método mecánico. No se discuten los datos con estudios semejantes ya que no existen en el país con similares características.

El correcto análisis de los resultados de esta investigación por las autoridades de salud y el ayuntamiento de Guadalajara debe conducir a una mejor gestión de las actividades que producen aerosoles potencialmente patógenos en la zona centro de la ciudad (la remoción de fauna nociva, excretas, basura, entre otros factores), permitiendo disminuir los riesgos a la salud de la población que en dichas zonas realiza actividades productivas y culturales.

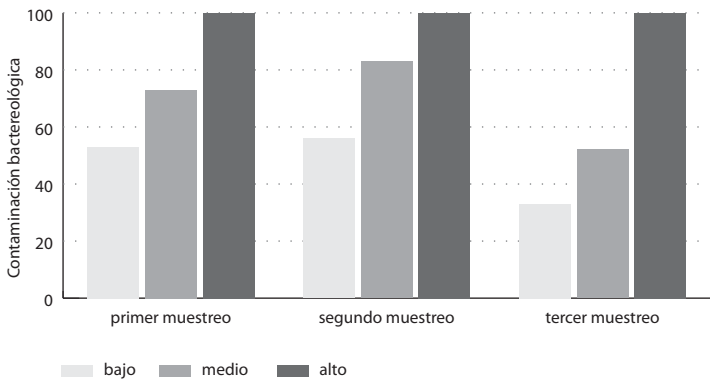


Figura 15 Carga contaminante por muestreo

#### **4. Factores sociales que influyen en la percepción del riesgo por la contaminación del aire en la zona de Miravalle**

Gabriela Hernández Pérez, María Luisa García Bátiz,  
María Guadalupe Garibay Chávez, Martha Georgina  
Orozco Medina y Javier García Velasco

##### **INTRODUCCIÓN**

El propósito del presente artículo es analizar la percepción de los riesgos por la contaminación del aire en Miravalle. A partir de la literatura sobre percepción social de riesgos, nos concentramos en conocer la influencia que tienen factores como el sexo, la edad, el nivel de escolaridad, el ingreso y la ocupación en la percepción del riesgo e incluimos algunos resultados dirigidos a aproximarnos a identificar la relación que puede existir entre las experiencias que los habitantes han tenido en relación con el problema de la contaminación del aire y la disponibilidad de información con la percepción de riesgos causada por dicha contaminación.

Para hacer lo anterior, primero planteamos algunos aspectos teóricos sobre la percepción social que nos permitan acercarnos al entendimiento de la misma en una zona que presenta graves problemas de contaminación del aire como lo es Miravalle. Después presentamos la metodología que se siguió para conocer la percepción social de los riesgos relacionada con los factores antes mencionados. En un tercer apartado mostramos los resultados para el caso de estudio. Finalmente, exponemos las conclusiones del trabajo.

Uno de los grandes problemas que enfrenta la sociedad en la actualidad es la severa crisis ambiental, cuyas dimensiones reba-

san ya la capacidad de cada país para resolverla individualmente. Actualmente se están presenciando las consecuencias de muchos años de falta de políticas adecuadas para proteger y preservar los recursos de la naturaleza.

A causa de la actividad humana además de los procesos naturales, los riesgos por la contaminación atmosférica son considerados como los de mayor gravedad, dado que no son percibidos en su magnitud real (Simioni, 2003). Existen datos alarmantes respecto a estos riesgos y sus efectos a la salud, pero parece que la población en general no ha adquirido una conciencia clara de la gravedad y la proximidad del problema, generalmente quienes toman las decisiones para resolverlo son en parte los políticos y en parte los científicos y técnicos, cuyas decisiones se basan muchas veces en criterios exclusivamente científicos, sin atender adecuadamente aspectos sociales o culturales. Las respuestas de la sociedad ante el riesgo ambiental son tan importantes como la información técnica objetiva, pero no son simples y reflejan una jerarquía de inquietudes entre las que se encuentran los impactos económicos, ecológicos, la desconfianza ante las industrias y el gobierno y sobre todo los efectos a la salud (Gardner, 1996).

Estudios existentes sobre la representación de los riesgos de la contaminación, muestran que el individuo percibe, categoriza, compara, calcula, deduce, argumenta sobre los riesgos, ya que se percata del deterioro del medio ambiente y es informado de los hechos por los medio de comunicación, pero los conocimientos que adquiere permanecen aislados y desorganizados por la carencia de un modelo explicativo (Boiral, 2002). Para la población, la contaminación atmosférica implica una agrupación de elementos, sin relación aparente entre sí; deterioro ambiental, mala calidad del aire, efecto invernadero, calentamiento global, cam-

bio climático, combustiones diversas, transporte y emisiones de gases, entre otros, y esta problemática se sitúa en el contexto de la relación entre el medio ambiente y las actividades humanas. La manera de percibir y representar los riesgos de la contaminación depende de los procesos del conocimiento que los individuos de una sociedad integran durante su desarrollo (Lammel, 2005).

Disciplinas como la psicología, la antropología y la sociología, parten de la consideración de que los riesgos no deben tratarse de manera independiente y separada de las complejas circunstancias sociales, culturales, económicas y políticas en las que vive la población. Para unos grupos de personas los riesgos percibidos serán diferentes que para otros grupos, y distintos sus atributos, según sean la organización social y la cultura política general en que se desenvuelvan. Por consiguiente, el contexto en que se encuentran las personas determina ampliamente los problemas y limitaciones a las que se enfrentarán si desean evitar un riesgo, así como el tiempo durante el cual pueden eliminarlo.

La percepción de los riesgos y su importancia variarán en función de parámetros tales como el sexo, la edad, los ingresos familiares, la pertenencia a un grupo religioso o cultural, el carácter urbano o rural de la zona, y la situación geográfica y el clima (Corral, 2003; Puy, 1994). Además también son percibidos de acuerdo con la amenaza observada por las relaciones sociales, familiares y experiencias, así como las instituciones a las que pertenecen y que son responsables de gestionar el riesgo y qué tipo de confianza les merecen estas instituciones, a la confianza en la información que se les proporciona y el poder de influencia de la palabra riesgo (Powell, 1998; Cothorn, 1996; Peter y Slovic, 1996; Finucame *et al.*, 2000; Lee, 1983; Wynne, 1997).

Los estudios de percepción social son una herramienta básica para identificar las valoraciones, prioridades y preocupaciones

que la población tiene respecto a un problema. Estos estudios permiten generar acciones y decisiones más acordes a la realidad de las comunidades, ya que se obtiene información muy valiosa sobre las representaciones cognitivas que elabora el individuo en relación con las amenazas y su vulnerabilidad, se conocen las actividades que se llevan a cabo para resolver el problema, y un aspecto muy importante, se identifica cuál es su disposición o intención en participar y tomar medidas para la solución del problema. La percepción del riesgo, se considera un elemento clave para la prevención, reducción y protección ante los riesgos (Corral, 2003; Garibay, 2007).

Es importante considerar que este tipo de estudios posibilitan una mejor comprensión de las valoraciones subjetivas, conocimientos, prioridades y razones que llevan a los individuos a actuar de determinada manera frente a un problema y a la generación de acciones más acordes y adecuadas para la atención y solución de éste.

Por lo tanto, la percepción que tiene la población respecto a los problemas, pueden convertirse en el punto de partida de los programas o acciones encaminadas a mejorar su calidad de vida, permitiendo a las personas, cualquiera que sea su grupo o nivel social, darse cuenta de los obstáculos para el bienestar individual y colectivo, analizar las causas y valorar las vías y los medios propios para resolverlos.

El análisis de la problemática ambiental en nuestro país muestra una marcada relación entre la contaminación y la orografía, el tamaño y la dinámica de los asentamientos humanos y el crecimiento económico, Miravalle no es la excepción.

El acelerado crecimiento que se ha experimentado en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG) en los últimos años, ha requerido de grandes cantidades de insumos, a la vez se ha constituido en un polo de intensa actividad industrial, comercial y

cultural. Sin embargo este crecimiento poblacional y económico ha traído consigo también mayores impactos al medio ambiente y en particular un aumento en la generación de contaminantes atmosféricos. Algunos eventos severos de contaminación atmosférica que se han presentado en esta ciudad, fue en el año de 1996, en que se rebasó la norma de ozono en el 60% de los días del año y la de partículas menores a 10 micras, en más del 30% (Curiel y Garibay, 2008).

La presión ejercida por el crecimiento demográfico e industrial y la falta de planeación integral del uso de suelo y sus recursos han dado lugar a un desarrollo desequilibrado. Existen variables que contribuyen en los niveles de contaminación por permitir ya sea la dispersión o bien la acumulación de los agentes contaminantes en un área determinada, de ahí la importancia de tomar en consideración los factores climáticos, geográficos y características meteorológicas, entre otros (Jáuregui y Romales, 1996).

El problema de la contaminación atmosférica en la ZMG y en particular de la zona de Miravalle es muy amplio y complejo de resolver, y éste es asociado al crecimiento de la ciudad, al uso y eficiencia de tecnologías, y a la vigilancia y control de las principales fuentes de emisión de contaminantes al aire (Curiel y Garibay, 2008).

La zona de Miravalle, es un área que por sus características especiales es más vulnerable respecto a los efectos de la contaminación del aire. Las condiciones meteorológicas y topográficas influyen en la dispersión y el movimiento de los contaminantes, así como en la magnitud de las concentraciones que afectan al medio ambiente y sus habitantes. Miravalle se encuentra rodeada de varios cerros que forman una barrera física natural que limita la circulación de los vientos, impidiendo así el desalojo del aire

contaminado de la zona; aunado a ello se encuentra la zona industrial que contribuye de manera importante a la generación de contaminantes (Davydova, 2004).

La información generada por la Red automática de monitoreo atmosférico de la zona metropolitana de Guadalajara (RAMAG), expone un problema grave de contaminación atmosférica en la zona de Miravalle. De las ocho estaciones de monitoreo con que cuenta la RAMAG, la de Miravalle es la que reporta con mayor frecuencia altos índices de contaminación, misma que en algunas épocas del año son fácilmente percibidas y observados (SEMADES, 2007).

De acuerdo con los reportes anuales de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SEMADES) de 1996 a 2007, la estación de Miravalle alcanzó los mayores índices en el promedio anual de IMECA, en 8 de los 12 años referidos. También, en promedio anual de días con violación de la norma, Miravalle fue la estación que presentó más días en que se violó la Norma Oficial de Calidad del Aire, 9 de los 12 años reportados. Otro parámetro que señala la SEMADES es que la estación de Miravalle registró el IMECA máximo, en los años 2002 y 2004. Además de presentar en los años 2002, 2004, 2005 y 2006 valores arriba de los 150 IMECA que de acuerdo con el Plan de contingencias atmosféricas, la calidad del aire es mala y representa un riesgo a la salud.

Eventos como incendios, quemas de llantas o de pastizales, entre otros, que generan una gran cantidad de contaminantes a la atmósfera, están comúnmente registrados en la zona de Miravalle; la estación de monitoreo de esta zona también es la que registra una mayor cantidad de estos eventos: octubre de 1997, junio de 1999, agosto de 2000, mayo de 2002, abril de 2003, junio de 2004, abril de 2005, y enero, junio y agosto de 2006.

El problema que vive día a día la zona de Miravalle, es una constante por los altos índices de contaminación atmosférica, agudizándose en los meses con mayor calor como abril, mayo y junio, y en época de frío que comprende los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Otros factores contextuales que influyen en la vulnerabilidad de la zona de Miravalle, es la alta densidad poblacional, ya que cuenta con un total de 52 729 habitantes en una superficie construida de 2.463 km<sup>2</sup> (SCINCE, 2000); la mayoría de sus viviendas son edificios multifamiliares de cuatro niveles, además se ubica en una zona considerada pobre y con rezagos en cuanto a la provisión de infraestructura y servicios, pues muchas de sus calles son pequeños andadores, y las pocas avenidas con que cuenta la zona se encuentran en mal estado debido a la falta de mantenimiento y a la carga vehicular que es cada día más intensa, lo que genera una gran cantidad de contaminantes que se van acumulando en la atmósfera.

De acuerdo con las propuestas teóricas presentadas en el primer apartado de este trabajo, además de las características contextuales antes señaladas, la percepción social del riesgo en Miravalle, se ve impactada por:

- a) Los bajos niveles de escolaridad de sus habitantes. En el año 2000 los habitantes de la zona de Miravalle contaban, en promedio, con un nivel máximo de estudios de secundaria (de 7 a 8 años), que si bien se encuentra dentro de la media nacional que es de 7.5 años (INEE, 2000) está por debajo de otras áreas de la misma zona metropolitana de Guadalajara, como lo es el poniente de la ciudad donde se concentra la población con estudios superiores (más de 15 años de estudios).

- b) Bajos niveles de ingreso. La población económicamente activa en su mayoría obtiene de dos a tres salarios mínimos mensuales en familias de 4 a 5 miembros, es decir, tienen un ingreso monetario familiar menos a los 300 dólares mensuales.

Algunos estudios han relacionado los bajos niveles de escolaridad y de ingresos con menor percepción de los riesgos y una mayor inclinación de la población a esperar que alguien externo les solucione (en muchos casos el gobierno) los problemas ambientales y sus riesgos (Garibay, 2008a).

## METODOLOGÍA

Este artículo tiene como propósito central analizar la percepción social de los riesgos en Miravalle, mediante los resultados de la encuesta que se realizó como parte del proyecto sobre "Percepción del riesgo en la zona de Miravalle", el cual fue desarrollado por investigadores y colaboradores del Cuerpo Académico de Salud Ambiental y Desarrollo Sustentable de la Universidad de Guadalajara, coordinado por la doctora María Guadalupe Garibay Chávez, en el marco del convenio de colaboración del Instituto Nacional de Ecología para la realización del estudio Control conjunto de las emisiones locales y globales en la zona metropolitana de Guadalajara en 2006 (Garibay, 2008). Agradecemos ampliamente a los investigadores involucrados en el proyecto mencionado que nos permitieron utilizar la base de datos que concentra los resultados de esta encuesta.

Es importante destacar que la encuesta aplicada contiene muchos más elementos de análisis que los utilizados en este trabajo, es decir, los resultados de aquellas preguntas que nos permitían estudiar la relación de los factores sexo, edad, escolaridad, ingreso,

percepción de los peligros, experiencias de vida y disponibilidad de información con la percepción de los riesgos. En el cuadro 1 se muestra la relación de las variables estudiadas. El análisis es representativo estadísticamente, el universo de estudio considerado fueron las 11 553 viviendas de la zona de Miravalle y el tamaño de la muestra fue de 413 viviendas, la encuesta fue levantada durante el mes de marzo de 2007.

El análisis estadístico realizado permitió referir la situación relativa de la muestra, para el análisis de los factores sociales que determinan o influyen en la percepción, se utilizaron tablas de contingencia (Crosstabs) que refieren la relación entre variables nominales para determinar la fuerza de asociación entre las variables: percepción del riesgo por la contaminación del aire con cada uno de los siguientes factores: sexo, edad, escolaridad, ingreso, ocupación, percepción de los peligros, experiencias de vida y disponibilidad de información con la percepción de los riesgos.

Cuadro 1 Variables en estudio

Variable	Definición operacional	Instrumento de medición	Escala de medición	Valor numérico otorgado para el análisis de las variables
Sexo	Masculino Femenino	Cuestionario	Dual	1= Masculino 2= Femenino
Edad	Número de años cumplidos	Cuestionario	Nominal	1= Jóvenes de 18 a 30 años 2= Adultos de 31 a 64 años 3= Adultos mayores de 65 años y más
Escolaridad	Nivel de escolaridad cursado y concluido	Cuestionario	Nominal	1= Sin estudios y primaria inconclusa 2= Educación básica (primaria y secundaria) 3= Educación media superior (preparatoria y estudios técnicos) 4= Profesional y más
Ingreso económico	Ingresos económicos mensuales familiares percibidos	Cuestionario	Nominal	1= Muy bajo, menos de 2,000 pesos 2= Bajo, de 2,001 a 5,000 pesos 3= Medio, de 5,001 a 8,000 pesos 4= Alto, de 8,001 a 11,000 pesos 5= Muy alto, más de 11,000 pesos

Variable	Definición operacional	Instrumento de medición	Escala de medición	Valor numérico otorgado para el análisis de las variables
Ocupación	Actividad a la que se dedica	Cuestionario	Nominal	1= Ama de casa 2= Empleado 3= Trabaja por su cuenta 4= Puesto informal 5= Profesionista 6= Obrero 7= Estudiante 8= Desempleado 9= Pensionado 10= Empleado y estudiante
Percepción de los peligros	Identificación de problemas que afectan al ambiente	Cuestionario	Nominal	1= Contaminación del aire 2= Tráfico vehicular 3= Basura 4= Contaminación en general 5= Otros 6= No identifica
Experiencias de vida	Identificación de experiencias desagradables en torno a la contaminación del aire	Cuestionario	Dual	1= Sí 2= No
Disponibilidad de la información	Información o capacitación para prevenir, reducir o atender problemas referentes a la contaminación del aire	Cuestionario	Dual	1= Sí 2= No

## RESULTADOS

### La percepción social de los riesgos en Miravalle

Para la presentación de los resultados se formaron tres apartados: en el primero se exponen las características generales de la población encuestada; en el segundo apartado se presenta la relación de los cuatro principales factores sociales que la literatura, más comúnmente, identifica como aquellos que determinan la percepción de la población: sexo, edad, escolaridad e ingreso económico, con la percepción del riesgo a través de la identificación de los peligros a los que está expuesto y que afectan al ambiente, y el tercer apartado se refiere a otros factores que han sido asociados con los cambios en la percepción de los riesgos: las experiencias de vida desagradables en torno a la contaminación del aire y la disponibilidad de la información para prevenir, reducir o atender el problema de la contaminación del aire.

### Características generales de la población encuestada

Como ya se mencionó se realizaron 413 encuestas, de éstas el 73% se le aplicaron a mujeres y 27% a hombres (figura 1). Sin duda, esto es un sesgo no deseado, pero por las condiciones del levantamiento, es decir, la aplicación de las encuestas se hizo en los hogares donde es más común encontrar mujeres, para solventar lo anterior se llevaron a cabo en distintos horarios esperando que los hombres ya estuvieran de regreso de sus trabajos, sin embargo, cuando se encontraban hombres en las viviendas, éstos mostraban menor disposición a responder la encuesta, por lo que no se pudo salvar el sesgo; no obstante, el análisis de los factores no se ve afectado ya que siempre se hace de manera relativa a la cantidad directa de cada uno de los sexos.

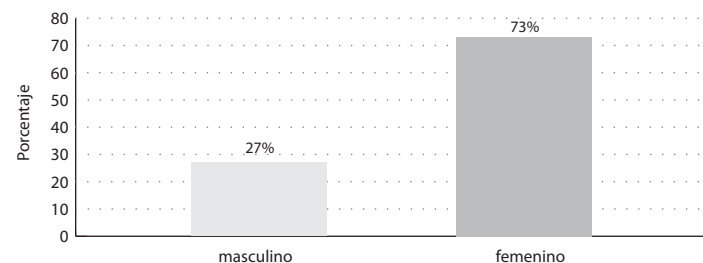


Figura 1 Distribución porcentual de la muestra según sexo

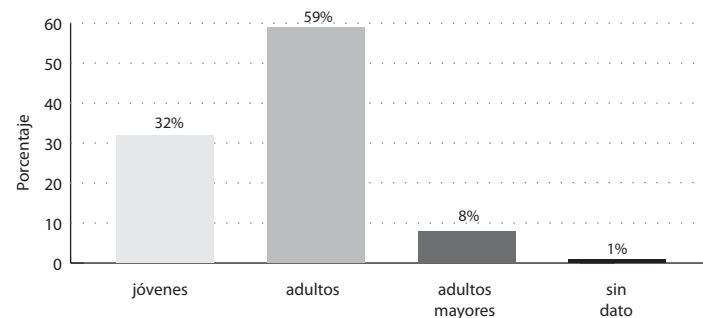


Figura 2 Distribución porcentual de la muestra según edad

La mayor parte de los encuestados, 59 por ciento, fueron adultos entre 31 y 65 años de edad, enseguida están representados los jóvenes de 18 a 30 años (32 por ciento) y finalmente los adultos mayores de más de 65 años, con el 8 por ciento, el uno por ciento restante de los encuestados no proporcionó su edad (figura 2).

En cuanto a los niveles de escolaridad, el 12% de la población entrevistada en la zona de Miravalle no contaba con estudios o no terminó la educación primaria, esto es, que está por debajo de la



media nacional y de la ciudad de Guadalajara; el 57% sólo tiene el nivel básico de educación, es decir, sólo cuenta con la primaria terminada y estudios de secundaria concluida o trunca, lo que implica tener entre 6 y máximo 9 años de estudios formales; el 23% de los entrevistados contaban con estudios de preparatoria o estudios técnicos con nivel de bachillerato; y sólo el 8 por ciento de las personas entrevistadas cuenta con estudios profesionales (figura 3).

En relación con el ingreso, se determinó a nivel familiar, es decir, es el que corresponde a la suma de los ingresos que se obtienen al mes por parte de todos los miembros de la familia que trabajan.

Considerando el ingreso económico familiar mensual se crearon los niveles económicos de la siguiente manera:

- Muy bajo, con menos de 2,000 pesos mensuales, que equivale de 1 a 1.5 salario mínimo mensual (smm)
- Bajo, de 2,001 a 5,000 pesos mensuales, que equivale de 1.5 a 3.5 smm
- Medio de 5,001 a 8,000 pesos mensuales, que equivale de 3.5 a 5.5 smm
- Alto de 8,001 a 11,000 pesos mensuales, que equivale de 5.5 a 7.5 smm
- Muy alto, de 11,000 y más pesos mensuales, que equivale a más de 7.5 smm

En cuanto al ingreso, la distribución porcentual de la población entrevistada estuvo constituida de la forma siguiente; la mayoría de la población entrevistada tiene ingresos bajos o muy bajos (64%), un 19% con un ingreso medio, y sólo el 11% cuenta con ingresos altos o muy altos y el restante 6 por ciento no proporcionó datos (figura 4).

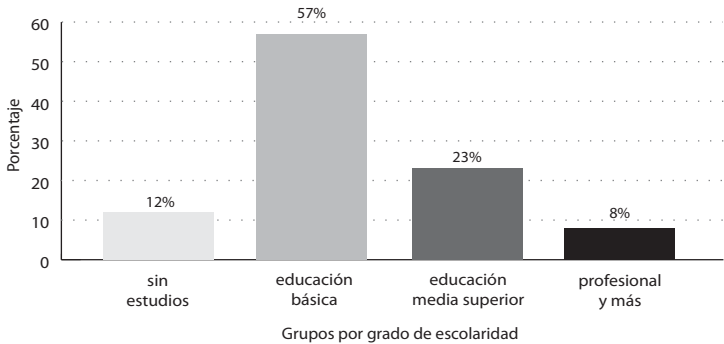


Figura 3 Distribución porcentual de la muestra según escolaridad

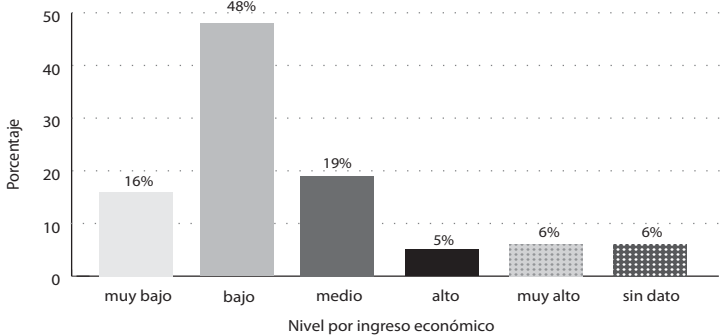


Figura 4 Distribución porcentual según ingresos económicos mensuales familiares

Percepción de los peligros ambientales

En términos generales el principal problema (peligro) que identificaron los habitantes de la zona de Miravalle es sin duda alguna la contaminación del aire, el 69 por ciento de los participantes así lo perciben. Le siguen en importancia el tráfico vehicular con un 14 y la basura con el 5 por ciento (figura 5).

Relación entre los factores sociales y la percepción del riesgo

**Sexo y percepción del riesgo.** Respecto a la relación entre el factor sexo y la identificación de la contaminación del aire como principal problema que afectan al ambiente fue identificada tanto por mujeres como hombres como el problema principal, del total de mujeres casi el 70 por ciento lo identificó como tal y del total de hombres cerca del 69 por ciento. En segundo término también ambos sexos ubican al tráfico vehicular, pero para este caso los hombres lo identifican en un mayor porcentaje 18.75% a diferencia de las mujeres con un 13.62% (figura 6).

Por los resultados, podemos decir que para el caso de Miravalle el sexo no tiene un peso específico importante que modifique la percepción social de los riesgos ambientales.

**Edad y percepción del riesgo.** En esta relación se observa que los adultos son los que tienen una percepción mayor de la contaminación del aire como el principal problema ambiental en Miravalle, el 73 por ciento de este grupo así lo mencionó. Mientras que, el porcentaje de jóvenes es de casi 67 por ciento y el de los adultos mayores apenas alcanza el 60 por ciento. Lo anterior parece responder a que entre los más jóvenes, hay una diversificación mayor en su opinión acerca de cuál es el problema más importante, mientras que los adultos mayores tienen una percepción menor

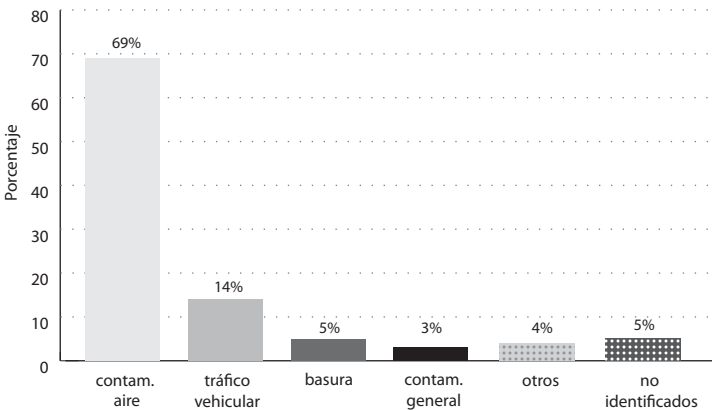


Figura 5 Distribución porcentual de los principales problemas que afectan al ambiente

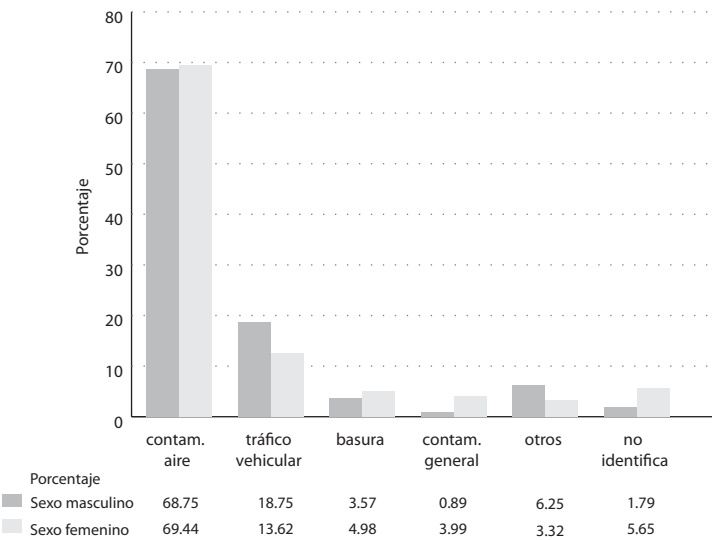


Figura 6 Relación porcentual entre sexo y problemas que dañan al ambiente

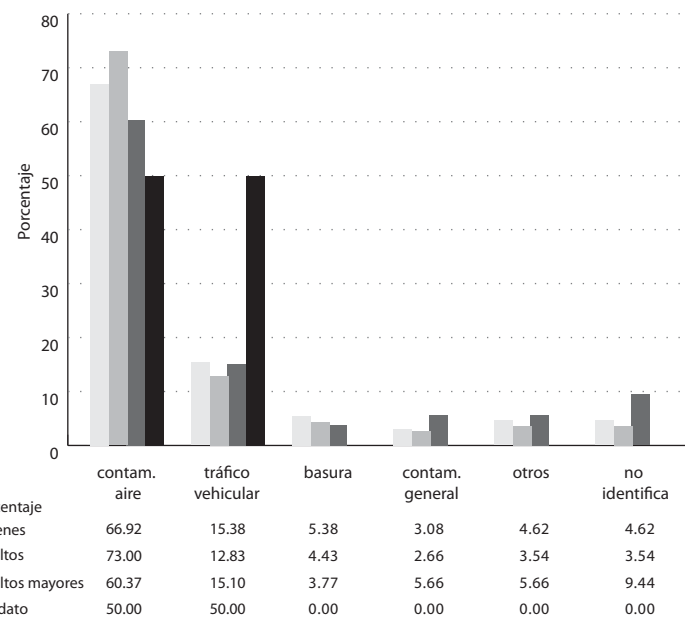


Figura 7 Relación porcentual entre edad y problemas que dañan al ambiente

de los problemas, por ejemplo, para éstos más del 9 por ciento no identificó un problema (figura 7).

**Escolaridad y percepción del riesgo.** En lo que se refiere a escolaridad y la percepción del principal problema que dañan al ambiente, tenemos que el 85 por ciento de las personas con mayor educación (educación superior) identifican a la contaminación del aire como el principal problema por el contrario sólo el 55 por ciento de los que no tienen estudios mencionan a la contaminación del aire como el problema principal (figura 8).

Dados los resultados anteriores podemos concluir que el nivel de escolaridad tiene una influencia importante en la percepción del riesgo.

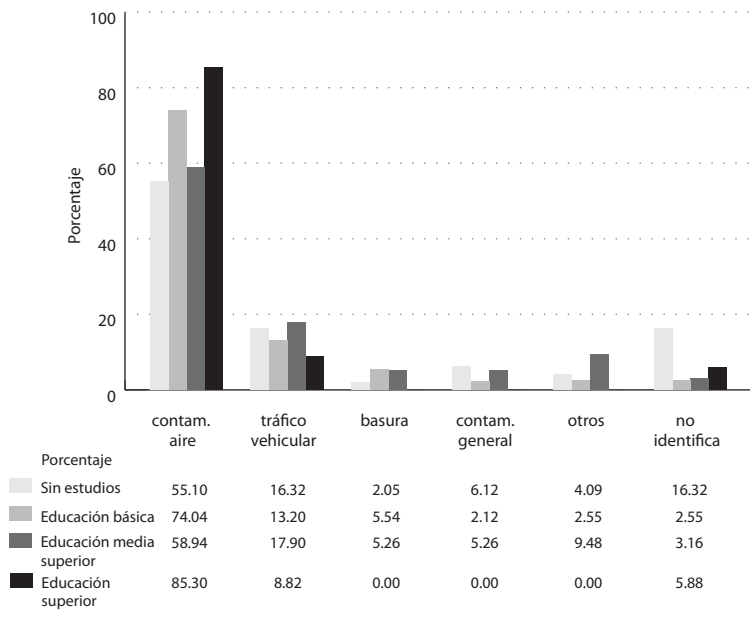


Figura 8 Relación porcentual entre escolaridad y problemas que afectan al ambiente

**Ingreso y percepción del riesgo.** En la relación entre el factor de ingreso económico mensual familiar y los principales problemas que afectan al ambiente, los resultados de la encuesta muestran que los habitantes con ingresos más altos son los que perciben más a la contaminación del aire como el problema principal, en promedio, más del 77 por ciento de los habitantes de altos y muy altos ingresos distinguen a la contaminación del aire como el problema más importante. Por el contrario, los habitantes de ingresos medios son los que tienen la percepción más baja (53%), en relación con la importancia de la contaminación del aire, además de que son los que presentan el porcentaje más alto de personas que no perciben un problema ambiental considerable (20%), figura 9.

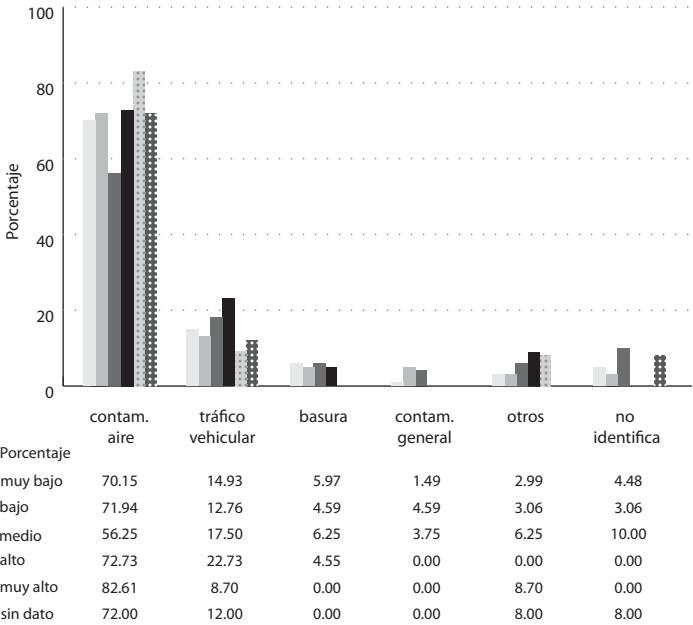


Figura 9 Relación porcentual entre ingreso económico y problemas que afectan al ambiente

Otros factores que influyen en la percepción social del riesgo

En este apartado se presentan otros factores que influyen en cómo la población percibe los riesgos, se analiza si las experiencias desagradables en torno a la contaminación del aire vividas por la población y la disposición de información influyen en la percepción del riesgo.

**Experiencias desagradables y percepción del riesgo.** Las experiencias juegan un papel importante en la percepción del riesgo, y los habitantes de Miravalle han pasado por varias de éstas, debido a las fugas de gases de las empresas cercanas y la presencia de industrias y contingencias atmosféricas, según la encuesta aplicada el 65 por ciento de la población han presentado experiencias

desagradables relacionadas con la contaminación del aire y sólo el 35 por ciento dijo no haber vivido ese tipo de experiencias (figura 10).

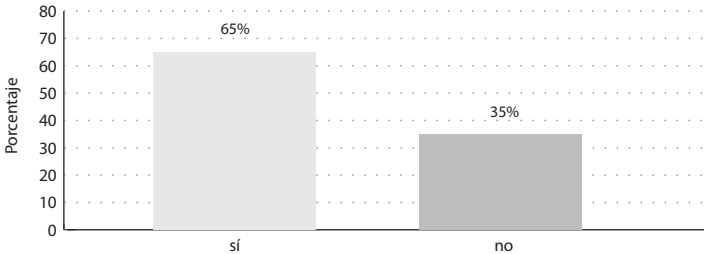


Figura 10 Distribución porcentual según experiencias desagradables en torno a la contaminación del aire

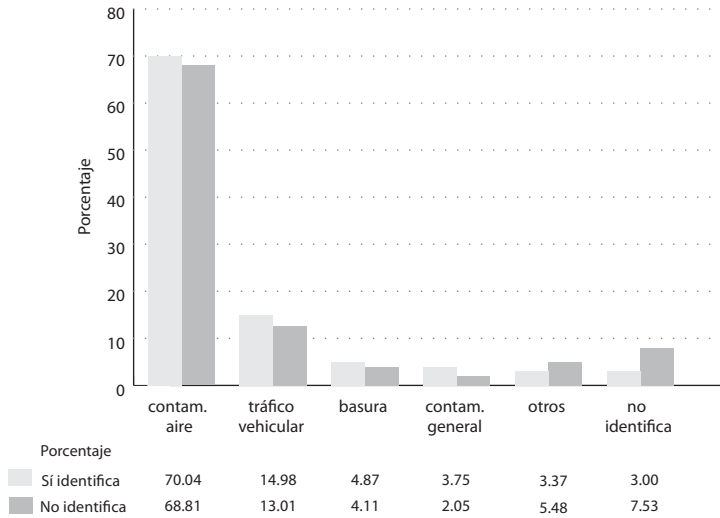


Figura 11 Relación porcentual entre experiencias desagradables y problemas que dañan al ambiente

De la población que externó haber tenido experiencias desagradables, el 70% percibe a la contaminación del aire como el principal problema ambiental de Miravalle. El 15% mencionó al tráfico vehicular, el 4.87% identificó a la basura, el 3.75% a la contaminación en general, el 3.37% indica otros problemas y sólo el 3% no describe problema alguno (figura 11).

De la población donde no se suscitaron experiencias desagradables en torno a la contaminación del aire, el 68 por ciento identificó a la contaminación del aire como el problema ambiental más importante de Miravalle, mientras tanto, el 68% de los que no han vivido experiencias desagradables hacen lo mismo.

La diferencia en las percepciones muestra que parece haber una influencia positiva entre tener experiencias vividas desagradables y la percepción del problema. Sin embargo, consideramos que la diferencia es poca y no totalmente contundente.

**Disponibilidad de la información y percepción del riesgo.** Respecto a la disponibilidad de la información, el 89% de los participantes manifestaron no haber recibido información o capacitación para prevenir, reducir o atender problemas relacionados con la contaminación del aire, mientras que el 11% declaró haber recibido información (figura 12).

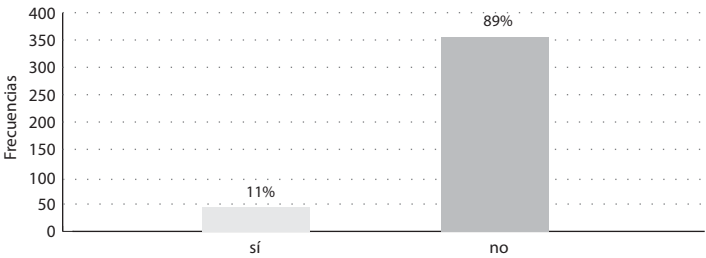


Figura 12 Distribución porcentual de haber recibido información o capacitación

De las personas que manifestaron que no han recibido información casi el 70 por ciento identifican a la contaminación del aire como el principal problema ambiental de Miravalle, mientras que de las personas que dijeron haber recibido información 66 por ciento señaló a la contaminación del aire como un problema ambiental (figura 13).

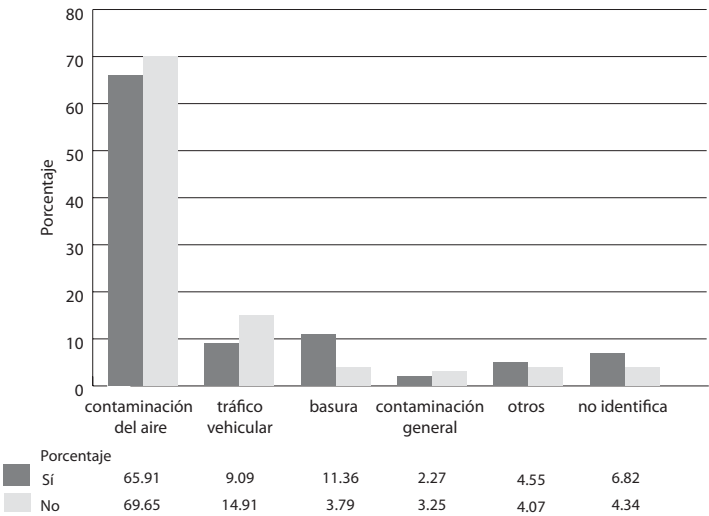


Figura 13 Relación entre disponibilidad de la información y problemas que afectan al ambiente

De acuerdo con los datos expuestos y la diferencia de cuatro puntos porcentuales, apunta a que la información o el haber recibido capacitación para prevenir la contaminación del aire, tiene un impacto inverso en la percepción del problema.

### CONCLUSIONES

Con base en el análisis y discusión de los resultados obtenidos en la presente investigación es posible enunciar las siguientes conclusiones:

Es indudable que los habitantes de la zona de Miravalle perciben los riesgos generados por la contaminación del aire como el principal problema, que afecta tanto la salud de los habitantes como al ambiente.

Otros problemas identificados fueron la contaminación generada por el tráfico vehicular, llámese ruido, problemas o congestión vial, exceso de parque vehicular, deficientes vías de acceso.

Para el caso de Miravalle el sexo no es un factor determinante en la percepción que tienen los pobladores con relación a la contaminación del aire.

Al contrario, la edad, el nivel de instrucción y el ingreso presentan una influencia en la percepción de la contaminación del aire como el problema más importante en la zona de Miravalle.

Aunque la mayoría de los habitantes reconocen haber tenido experiencias desagradables relacionadas con la contaminación del aire, ésta no tiene un peso contundente en la percepción que la población encuestada tiene sobre la importancia de la contaminación del aire como el problema que más afecta a la zona.

En sentido contrario, el contar con información es un factor que definitivamente pesa sobre la percepción de los riesgos, en especial en el caso de la contaminación del aire en Miravalle, se observa que la información disminuye la percepción de los riesgos, en la literatura esto se ha asociado con la idea de que cuando los ciudadanos tienen mayor información mejoran su conocimiento y entendimiento de los riesgos, los valoran más cercanamente a una situación más real ("técnica"), mejora la confianza en las instituciones que son las responsables de la administración de los riesgos y pueden sentir que tienen un mayor control sobre los mismos, lo que disminuye la percepción de éstos como peligros.

En términos generales, la investigación muestra que los factores que la literatura ha relacionado con la percepción del riesgo, tanto a nivel teórico como empírico, también se encuentran como elementos importantes en el caso de Miravalle, con excepción de la variable sexo.

## **5. Análisis de un esquema de participación interinstitucional en atención a la calidad del aire en la zona metropolitana de Guadalajara**

Martha Georgina Orozco Medina, Javier García Velasco,  
Ana Elizabeth Núñez Galaviz y Arturo Figueroa Montaña

### **INTRODUCCIÓN**

La contaminación del aire, es la consecuencia de la manera en como se han venido construyendo las ciudades, es el residuo de los métodos de producción, transporte y consumo de mercancías (Wark y Warner, 1997).

La contaminación del aire es un problema cuya importancia resulta evidente en la mayor parte del mundo, que afecta la salud humana, de las plantas y de los animales. Existe buena evidencia de que la salud de cerca de mil millones de personas urbanas sufre a diario a causa de la calidad del aire (Yassi *et al.*, 2002).

La contaminación atmosférica, en la zona metropolitana de Guadalajara, como lo es en la mayoría de las grandes ciudades del mundo es un problema con origen multifactorial. El acelerado crecimiento que se ha experimentado en la zona metropolitana de Guadalajara en los últimos años, requiere grandes cantidades de insumos y energéticos y, a la vez, se ha constituido en un polo de intensa actividad industrial, comercial y cultural. Sin embargo este crecimiento poblacional y económico ha traído consigo también mayores impactos al medio ambiente y en particular un aumento en la generación de contaminantes atmosféricos. Algunos eventos severos de contaminación atmosférica

se han presentado como en el caso de 1996, en que se rebasó la norma de ozono en el 60% de los días de año y la de partículas menores a 110 micras, en más del 30% (Gobierno del Estado de Jalisco, SEMARNAP, SSJ, 1997). En el año 2005, hubo necesidad de declarar contingencia atmosférica cerca de diez ocasiones por las violaciones a la norma y por partículas suspendidas en varias zonas de la ciudad, a causa de los incendios forestales en el bosque La Primavera que se encuentra en las inmediaciones de la ciudad, aunado a la dirección del viento y la condición a veces elevada de contaminación por el parque vehicular, con el costo ambiental y de salud que este evento significó, a todas luces un evento sin precedentes en nuestra ciudad. En el año 2007 se ha repetido esta situación, y Miravalle se ha declarado como zona de fragilidad ambiental ya que es donde se concentra la mayor cantidad de contaminantes (Orozco, 2009).

Adicionalmente la Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable del estado de Jalisco (SEMADES), viene realizando una serie de actividades que reafirman su compromiso institucional al mantener el sistema denominado Red automática de monitoreo atmosférico, cuyos datos se intentan mantener actualizados y la consulta ciudadana a través de su página web, y no sólo eso sino que además se complementan con el recuento histórico y con las medidas que se han de implementar en caso de contingencia atmosférica (SEMADES, 2009).

Por casi diez años la SEMADES, y antiguamente la COESE (Comisión Estatal de Ecología) coordinó una serie de actividades en torno a lo que se denominó Comité Metropolitano para la Calidad del Aire (COMECA), al cual reunió una serie de esfuerzos institucionales para coadyuvar a la mejora de la calidad del aire en nuestra ciudad. Dicho esfuerzo generó diversos logros que en un esquema de análisis interinstitucional representan la posibilidad

de coadyuvar con éxito al abordaje de un problema complejo y difícil de atender como lo es la contaminación atmosférica.

Este trabajo tuvo como objetivo analizar diferentes esquemas de atención sobre el problema de la calidad del aire en algunas ciudades de México y el mundo, posteriormente hace énfasis en el esquema de participación interinstitucional a favor de la calidad del aire en la zona metropolitana de Guadalajara.

## METODOLOGÍA

La metodología cualitativa ofrece la posibilidad de acercarse al estudio de un fenómeno a través del abordaje de una estrategia de investigación fundamentada en una depurada y rigurosa descripción del evento, que permita objetividad con el apoyo de protocolos de observación, participación y registro cuidadoso de los datos, y que finalice con una discusión (Anguera, 1986; Revuelta y Sánchez, 2009).

Para describir cada una de las fases que comprende el estudio se deberá tener en cuenta el cubrir los elementos que integran el marco informativo, la introducción, el marco teórico, el marco metodológico y el marco administrativo (Hernán *et al.*, 2005). Con base en lo anterior, para efectos del presente tratado se proponen las siguientes fases:

1. Fase de análisis retrospectivo, en la que a partir de una revisión y análisis documental histórico, se recuperan ciertos sucesos que a manera de base teórica, ofrecen un apartado donde se discuten antecedentes internacional, nacional y local en materia de calidad del aire, que permiten contar con elementos conceptuales acerca del problema y que son un apoyo para la siguiente fase.



2. Fase de desarrollo y propuesta de estrategia de intervención. Se hace un tratamiento detallado de la información relativa al trabajo desarrollado en el Comité Metropolitano para la Calidad del Aire (COMECA). Así mismo, se discuten diferentes actividades del COMECA, con base en sus características, logros y alcances. Finalmente se presenta el esquema de participación universitaria como un ejercicio de desempeño institucional desde el potencial e incidencia que esta intervención puede representar.

## RESULTADOS

### Fase de análisis retrospectivo

Haciendo un poco de historia, se tiene entre otras referencias que en el siglo XIII, el rey Eduardo I de Inglaterra prohibió la quema de ciertos carbones altamente contaminantes en Londres originando las primeras ordenanzas de control de la contaminación (CEPAL, 2001 en González Becerra, 2006). Durante el reinado de Ricardo II y más tarde durante el reinado de Enrique V se tomaron medidas en Inglaterra para reglamentar y restringir el uso del carbón (Wark, 1997). El problema de la contaminación del aire aumentó en el siglo XVIII con el nacimiento de la revolución industrial. La quema de combustibles fósiles, por las fábricas fue el principal problema (González Becerra, 2006).

En diciembre de 1930, una región altamente industrializada del valle del Meuse, en Bélgica, se cubrió durante 3 días de una espesa niebla, por lo que cientos de personas enfermaron y 60 murieron. En enero de 1931, nuevamente una espesa niebla cubrió el área de Manchester y Salford en Inglaterra, durante 9 días, en donde murieron 592 personas. En 1956 en Londres se produjeron mil muertes más debido a una extensa niebla; ese año el Parlamento

promulgó una ley de aire puro y Gran Bretaña inició un programa para reducir la combustión de carbón (Wark y Warner, 1997).

Pasado algún tiempo, con el fin de que se organizaran estrategias formales de atención al problema del aire, la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES), que inició sus operaciones en junio de 1967, comenzó con ocho estaciones y hacia fines de 1973 contaba con 88 distribuidas en 26 ciudades de 14 países. En 1980, la REDPANAIRES discontinuó sus actividades y pasó a formar parte del Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire, establecido en 1976 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como parte del Sistema Mundial de Monitoreo del Medio Ambiente (GEMS por sus siglas en inglés) (Korc, 1999).

En el ámbito internacional, se han realizado estudios relacionados con la calidad del aire, impulsados por la preocupación creciente sobre la salud ambiental y pública, además del deterioro de la calidad de vida que esto conlleva para la población expuesta. Como algunas referencias tenemos que en España, aunque con un cierto retraso, se publica una monografía titulada: *Calidad del aire de España*, la cual presenta una visión detallada de la calidad del aire de las diferentes comunidades del país (Fernández y Ballester, 1999); En la ciudad de La Plata, en Argentina, se hizo una propuesta de evaluación de impacto ambiental vial basándose en que la revolución técnica de los últimos 50 años han traído como consecuencia un importante daño ambiental, por lo que llevaron a cabo un análisis de la contaminación urbana para identificar los principales contaminantes con el objetivo de realizar una propuesta para organizar acciones y un sistema de monitoreo (Rivera y Guerry, 2006). En el aspecto del medio ambiente la Unión Europea (UE) es muy estricta, todos los

estados miembros de ésta, deben cumplir con todas las leyes y programas establecidos por la directiva como ejemplo está el programa Aire Limpio para Europa –conocido por su forma abreviada, como CAFE–, se inició en 2001 y constituye el centro de todos los esfuerzos para reducir la contaminación. Otro esfuerzo es el sexto programa de acción en materia de medio ambiente, que se extiende hasta el 2012, y que exige la preparación de una “estrategia temática” que unificase las medidas existentes y esbozase un enfoque integrado a largo plazo para abordar el problema. Esta estrategia establece los objetivos medioambientales y de salud relacionados con la contaminación atmosférica y las medidas necesarias para alcanzarlos, e identifica las responsabilidades de los diferentes sectores (Medio Ambiente para los Europeos, 2005).

En México también se han realizado acciones con el propósito de primero conocer los niveles de contaminación que existen en las ciudades y proponer medidas de prevención y control de éstas. En la ciudad de México en 1973 la Secretaría de Salubridad y Asistencia, con participación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, elaboró un proyecto en el que se pretendía un estudio completo de contaminación atmosférica, lo que incluía un inventario de fuentes de emisión, monitoreo de contaminantes atmosféricos, control de la calidad del aire, entre otros. Este proyecto se efectuó en un periodo de abril de 1975 a febrero de 1977 en el Distrito Federal, Monterrey, Nuevo León y Guadalajara, creando una red manual de 48 estaciones de monitoreo en total y utilizando una metodología adecuada. Sin embargo, el estudio se llevó a cabo con muchas deficiencias y dificultades (López Coronado, 2004).

En noviembre de 1993, se instaló otra red automática con ocho estaciones en Guadalajara, en donde cada una fue equipada

para medir el ozono ( $O_3$ ), partículas suspendidas fracción respirable ( $PM_{10}$ ), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), bióxido de azufre ( $SO_2$ ), y cuatro parámetros meteorológicos: temperatura (t, °C), humedad relativa (RH, %), velocidad (v, m/s) y dirección (d, grad) del viento, generando la información que permite hacer un análisis completo de la problemática de contaminación atmosférica (López y Guerrero, 2004).

A partir de los años noventa los diferentes niveles de gobierno que intervienen en la ZMG comenzaron iniciativas y esfuerzos para mejorar la calidad del aire. En 1991 la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología estableció el Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Críticas, en el cual se integró el primer inventario de fuentes emisoras fijas de jurisdicción federal y móviles, además de identificarse las fuentes contaminantes de tipo natural. El 5 de junio de 1993 el Gobierno del Estado de Jalisco dio a conocer el Plan Estatal de Protección al Ambiente en el que se consolidó el Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Críticas. En 1997 se inició el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la zona metropolitana de Guadalajara cuyo propósito general es proteger la salud de la población que habita la zona metropolitana de la capital del estado, abatiendo para ello de manera gradual y permanente los niveles de contaminación atmosférica (Gobierno del Estado de Jalisco, SEMARNAP y SSJ, 1997).

En noviembre y diciembre de 1994 Greenpeace-México utilizando una estación de monitoreo móvil alemana realizó un estudio para medir la contaminación del aire, considerando la altura a la que la mayoría de las personas respiran, esto es, a 1.20 metros de altura, ya que las estaciones gubernamentales lo miden entre 3.70 y 6.50 m;

lo que se encontró es que todos los contaminantes que se midieron resultaron de 2, 3 o hasta 9 veces mayores que las permitidas por las normas de Alemania, por lo que el gobierno al ver la gravedad del problema implementó el doble y triple hoy no circula (Pacheco, 1996). Otra de las ciudades más importantes de México, la ciudad de Monterrey, también ha sido objeto de estudio con respecto a la calidad del aire, en el periodo comprendido entre 1993 y 1996 se realizó un análisis de los datos que obtiene la Red de monitoreo atmosférico de esta ciudad; de manera general se puede afirmar que en 1994 se registró el mayor número de violaciones a las normas de calidad del aire, mientras que en los años 1995 y 1996 se observó un notable descenso. De igual forma se analizó la contaminación por ruido que en las últimas dos décadas ha aumentado considerablemente, por lo que se concluyó que los niveles de contaminación por ruido está por encima de los señalados en el reglamento correspondiente, así mismo se determinó que el 80% de las viviendas presentan en su interior un nivel de ruido que sobrepasa el nivel máximo recomendado para obtener un confort acústico satisfactorio para el descanso y la comunicación (INE, 2005).

Aquí en Guadalajara se han registrado varias contingencias atmosféricas, algunas causadas por incendios forestales en el bosque La Primavera, otras tantas en época de frío a causa de las emisiones vehiculares y la presencia de inversiones térmicas. Por lo que las autoridades han implementado el programa llamado Plan de Contingencia Atmosférica que consta de diversas fases que involucra la atención de las diferentes instancias y órganos de gobierno para su aplicación (SEMADES, 2006).

El 24 de abril del 2005, comenzó en el municipio de Tala, el incendio más reciente y grave del bosque La Primavera con una duración de tres días, provocando que en la zona metropolitana

de Guadalajara subiera el índice IMECA hasta 300 puntos por lo que las autoridades declararon contingencia atmosférica fase II, en la que se aplican varias medidas. Una de ellas es obligar a las industrias altamente contaminantes a que reduzcan su ritmo de trabajo, a fin de bajar en un 50 por ciento las emisiones de contaminantes, además de restringir el uso de automóviles oficiales y llamar a la población a no realizar actividades al aire libre. La magnitud del incendio fue tal que la nube de humo se propagó 200 kilómetros cuadrados cubriendo la totalidad de la zona, incluso, afectó a otro estado como Guanajuato (Viayra, 2005). A partir de esta fecha se han registrado una mayor cantidad de contingencias, por ejemplo, en enero del 2006 el nivel de IMECA estuvo fluctuando por arriba de los 150 puntos considerados como aceptables, debido a que durante esta época invernal por las condiciones climáticas y geográficas propias de la ciudad permiten la concentración de los contaminantes producidos por el parque automotriz y las industrias; en el mes de mayo del mismo año se presentó un incendio en el vertedero de Los Laureles registrando 276 IMECA en la ZMG (SEMADES, 2006).

Por otra parte en un embotellamiento de tráfico normal, por ejemplo, la concentración de algunos contaminantes como el monóxido de carbono, el benceno y las partículas que salen por los escapes, puede llegar a concentrarse de cinco a diez veces mayor en el interior del automóvil que fuera. Los efectos sobre la salud de esta contaminación interior son especialmente importantes porque pasamos del 70 al 90% de nuestro tiempo en lugares cerrados. Los más afectados son los niños, las personas mayores y las que sufren enfermedades respiratorias y cardiovasculares (*Contaminación interior*, 2006).

La participación ciudadana en materia de gestión ambiental se ha caracterizado por problemas estructurales de organización

y desinformación, así como por limitaciones financieras para sustentarse. Por estas razones, los gobiernos locales han puesto en marcha programas enfocados a la capacitación, destinados a informar a la ciudadanía del problema de contaminación ambiental. Aunque las autoridades que se ocupan de aplicar programas de gestión ambiental difunden información continuamente, dirigida a la población, por medio de periódicos, televisión, radio, correo electrónico o fax para dar a conocer la calidad del aire se observa que todavía existe desinformación que se ve reflejada en la falta de una conciencia de la ciudadanía que motive su actuación para el cambio. Por esto se podría decir que la población en general mantiene un bajo nivel de participación en acciones ecológicas y proyectos destinados, desarticulados y con poco impacto para combatir la emisión de contaminantes. El problema de contaminación atmosférica se conoce, la población lo percibe pero ello no se refleja en el cambio de los hábitos, costumbres y consumos que originan el problema (Lacy, 2000).

#### Fase de desarrollo y propuesta de estrategia de intervención

*Generalidades en torno al diagnóstico y monitoreo de la calidad del aire.* Algunas de las acciones de control de la contaminación del aire que se documentaron en casos como en América Latina y el Caribe, en 1999, CEPIS realizó una encuesta en la cual se indica que en 11 países se han establecido normas nacionales sobre calidad del aire en exteriores, en 12 se han establecido límites máximos permisibles para emisiones de fuentes móviles y en 13 se han establecido límites máximos permisibles para emisiones de fuentes fijas, pero generalmente no existen procesos de revisión y evaluación. Ciudades en 13 países han implementado actividades de muestreo de la calidad fisicoquímica del aire pero sólo en cuatro países

han llevado a cabo actividades relacionadas con el aseguramiento y control de la calidad. En 14 países se han elaborado inventarios de emisiones, pero generalmente éstos son incompletos y no se actualizan regularmente. En seis países se han llevado a cabo estudios con métodos predictivos de la calidad del aire, pero generalmente éstos son rudimentarios y de aplicación limitada. En 13 países se ha establecido al menos una medida para el control de la contaminación, pero sólo en cinco se ha evaluado el impacto de las mismas. Las consecuencias de la contaminación del aire sobre la salud es un tema de alta prioridad, pero el nivel de conocimiento es limitado o mínimo. La información, capacitación y sensibilización pública en el tema de calidad del aire y salud son áreas de baja prioridad.

En México, se han implementado las redes de monitoreo de la calidad del aire en las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, Toluca, Tijuana, Ciudad Juárez, Mexicali, Manzanillo, Cananea, Nacozari y Aguascalientes (SINAICA, 2007). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) debe ejecutar programas de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de las fuentes de jurisdicción federal. A las autoridades locales les corresponde elaborar programas para mejorar la calidad del aire en las entidades y someterlos a consideración de la SEMARNAT, para su aprobación, así como instrumentar programas de verificación de las emisiones vehiculares (González, 2006).

En México se creó el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), cuando el IMECA de cualquier contaminante rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud y en la medida en que aumenta el valor del IMECA se agudizan los síntomas.

Cuadro 1 Interpretación del IMECA (SIMA, 2007)

IMECA	Condición	Efectos a la salud
0 - 50	buena	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre
51 - 100	regular	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades
101 - 150	mala	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular niños y adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma
151 - 200	muy mala	Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población en general, en particular niños y adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma
>200	extremadamente mala	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en niños y adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma

En la zona metropolitana de Guadalajara, en 1975, se iniciaron trabajos de monitoreo atmosférico en la ciudad de Guadalajara con equipo manual para PST. En 1993 el Gobierno del Estado de Jalisco adquirió parte de la Red de Monitoreo Atmosférico Automático y en 1995 quedó finalmente en todos sus componentes. Desde su integración, la RAMAG es operada por el Gobierno del Estado, a través de la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES). La Red actualmente se compone de ocho estaciones automáticas en operación (INE, 2005; Figueroa, 2005; Jiménez, 2008). La posibilidad de incrementar la red de estaciones aún no se concreta, aunque las necesidades saltan a la vista en virtud del crecimiento acelerado y extendido de la mancha urbana, hasta zonas como Tlajomulco, El Salto y Zapotlanejo.

*El COMECA, estrategia interinstitucional para atender el problema de la calidad del aire.* Desde 1997 a 2005, operó un esquema de organización interinsitucional coordinado por una instancia de competencia estatal, denominado Comité Metropolitano para la Calidad del Aire (COMECA), la cual es una instancia, cuya fortaleza radica en la multirepresentación, la estrategia que aplica y el potencial de sumar esfuerzos para el logro significativo de sus objetivos, para efectos específicos del trabajo de dicho comité se consideran como esenciales los siguientes aspectos:

- La calidad ambiental debe ser puntualmente estudiada y caracterizada en virtud del gran número de contaminantes a los que se expone la población y los riesgos a la salud que esta condición representa.
- La afluencia vehicular va en aumento, la antigüedad del mismo se convierte en motivo de atención. El transporte público no cubre aún satisfactoriamente la demanda potencial de la población. Y la invasión de automóviles particulares a nuestra ciudad provenientes del extranjero, la mayoría no son de modelos recientes y sus procesos de combustión son sensiblemente limitados, lo cual redundará en mayor contaminación.
- Las emisiones por parte del parque industrial en particular por la pequeña y mediana, requiere de vigilancia y control. El marco legal que regula las acciones en contra de la calidad del aire, requiere análisis y adecuación, así como estructura para su vigilancia y control.
- La educación, comunicación e investigación, son herramientas básicas para una adecuada toma de decisiones, y representa un elemento clave en la difusión de la información orientada al control, reducción e incluso, prevención.

El COMECA, surge a partir de la necesidad de diseñar una estrategia de organización para la operación ante situaciones de emergencia generada por la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), en un principio se constituye como Comisión Interinstitucional Coordinadora del Plan de Invierno, para posteriormente quedar como un Programa Permanente llamado Comité Metropolitano para la Calidad del Aire, por iniciativa de Prohábitat y la Secretaría de Salud Jalisco.

Desde 1995 año con año las diversas instancias participantes se involucraron en un proyecto que en el mes de octubre de 1997 toma la figura de Comité Metropolitano para la Calidad del Aire, mismo que operó de manera permanente hasta el 2005, a través de reuniones plenarias y quincenales en periodo de otoño-invierno y mensuales el resto del año, así como en reuniones de grupo a través de las comisiones establecidas para trabajar de manera más operativa y organizada, con informes y productos puntuales que permitían concretar avances y compartir logros.

El objetivo principal del COMECA era promover acciones a favor de la calidad del aire, desde diferentes esferas de participación social, académica, pública y privada, en beneficio de la salud de los habitantes de la zona conurbada de Guadalajara.

Como misión el COMECA se planteó ser una figura interinstitucional de trabajo coordinado y esfuerzo conjunto, con marcado y firme reconocimiento social que se valore por sus logros, metas cumplidas, y acciones trascendentes a favor de una mejor calidad del aire.

Las instituciones, dependencias y organismos que lo integraron a través de los titulares y sus representantes operativos fueron: SEMADES, SEMARNAT, PROFEPA, Secretaría de Salud Jalisco, IMSS, Secretaría de Vialidad y Transporte, Programa de Verificación Vehicular, Secretaría de Educación Jalisco, H. Ayuntamientos Cons-

titucionales de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Juanacatlán y Tlajomulco, Asociación de Industriales de El Salto, Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco, Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Guadalajara, Universidad Panamericana y Biólogos Colegiados de Jalisco, A. C.

El COMECA para realizar sus actividades se organizaba en comisiones que se describen a continuación:

*Comisión de fuentes fijas.* Dicha comisión tenía la misión de elaborar y actualizar el inventario de emisiones, considerando las características de las empresas, su ubicación, el consumo de combustible, y la densidad y distribución de industrias para proyectar el área de dispersión de contaminantes, para en caso de emergencia, determinar las fases y zonas de contingencia.

*Comisión de fuentes móviles.* Se integra para analizar la sincronización de los semáforos de las principales avenidas de la ZMG, inventarios de topes para evaluar su permanencia, así como el continuo de paradas de transporte público y de cruces con mayor problemática vial.

*Comisión de educación, investigación y comunicación.* Las actividades se orientaban a participar en el lanzamiento de campañas educativas formal y no formal por medio de la elaboración de materiales de difusión, material didáctico especializado, folletos y carteles, organización de un listado de temas y especialistas para impartir conferencias programadas o bien solicitadas por las instancias que lo requieran o presentarse en entrevistas a los medios atendiendo las demandas de información. A través de esta comisión y apoyo a la campaña de posicionamiento del COMECA, se coordinaba la realización de proyectos de investigación para

diagnosticar, analizar y evaluar la calidad del aire y los efectos en el ambiente y/o en la salud.

*Comisión de salud.* Desarrolla un análisis del comportamiento de infecciones respiratorias agudas (IRAS) en la población y su relación en caso de presentarse contingencia atmosférica, con el propósito de dar a conocer las condiciones basales de la población y poder asociar los padecimientos o molestias con los índices de contaminación.

*Comisión de planeación y evaluación.* Dar seguimiento y analizar el cumplimiento a los acuerdos que se toman por el Comité. Coordinar el plan e informe anual de actividades de las comisiones.

*Principales acciones realizadas por el Comité Metropolitano para la Calidad del Aire (COMECA) desde la participación universitaria.* La participación de la Universidad de Guadalajara, en el Comité Metropolitano para la Calidad del Aire se traduce en importantes logros desde la Comisión de Investigación, Educación y Comunicación, se citan los que han incidido y dirigido a un significativo grupo de la población:

- ▀ Realización de un calendario temático con información representativa y mensajes alusivos a la contaminación: "El Comité informa y el Comité recomienda".
- ▀ Elaboración de material didáctico: folletos, diaporamas, acetatos, entre otros, para conocer y aprender sobre las fuentes, causas, niveles de contaminación, diagnóstico y acciones preventivas en torno a la calidad del aire.
- ▀ Programación del ciclo de conferencias en diferentes sedes (instituciones académicas, secretarías de Estado, ayuntamientos, etc.) para dar a conocer tópicos selectos con rela-

ción al aire, la contaminación, sus efectos, sus medidas de atención.

- ▀ Intervención en los medios de comunicación, debates, generación de opiniones y posturas respecto al tema que nos interesa.
- ▀ Estudios de percepción social, sondeos para conocer y tener una primera aproximación, acerca de lo que la comunidad, entiende y/o percibe de este problema.
- ▀ Participación interactiva en campañas a población abierta con niños.
- ▀ Llevar a cabo proyectos para conocer particularidades sobre los efectos de la contaminación, lluvias ácidas, salud y contaminación.
- ▀ Gestionar y colaborar en acciones y campañas de apoyo en diversos programas. Concursos de dibujo y fotografía.
- ▀ Realizar proyectos de investigación, a través de instancias como la Universidad Autónoma de Guadalajara, el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara y la Secretaría de Salud Jalisco.
- ▀ En general, fortalecer las acciones que nos permitan conocer el perfil de la población con relación a su postura frente a la calidad del aire.
- ▀ Establecer compromisos y generar acuerdos más sólidos para disminuir y en lo posible abatir los niveles de contaminación en puntos y situaciones potencialmente factibles.

Respecto al ciclo de conferencias Los jueves hablamos de calidad del aire, temas que por su abordaje resultan apropiados con relación a la época de año en cuestión y su potencial formativo e informativo resulta por demás exitoso.

Tema	Fecha
Plan de contingencia atmosférica	enero/febrero
Acciones preventivas en periodo de incendios	marzo
Contaminación y efectos en la salud	abril
Estudio de percepción en torno a la contaminación atmosférica	mayo
El COMECA, como estrategia de participación interinstitucional	junio
Lluvias ácidas	julio
Riesgo por caída de árboles	agosto
Emisiones industriales y medidas correctivas	septiembre
Cómo funciona la red de monitoreo y cómo interpretar sus datos	octubre
Operativos de vialidad y verificación vehicular a favor de la calidad del aire	noviembre/ diciembre

En cuanto al calendario del COMECA, los tópicos que se abordan como cápsulas informativas tienen el potencial de ser utilizados como material de consulta y su potencial formativo pretende sobre todo despertar la conciencia en materia de salud ambiental y con ello prevenir problemas derivados de la contaminación del aire.

**Enero.** El COMECA se organiza y trabaja para evitar la contaminación del aire y proteger la salud, por un aire limpio. Infórmate y participa.

**Febrero.** La contaminación atmosférica se debe a las emisiones de vehículos e industrias principalmente; si cuentas con automóvil, afínalo regularmente y denuncia a aquellos que contaminan ostensiblemente.

**Marzo.** El recurso aire es indispensable para mantener los procesos vitales del hombre y los seres vivos en general, los contaminantes emitidos a la atmósfera son transportados a través

del aire a zonas diversas y en ocasiones distantes del lugar en donde se produjeron. La capacidad de autopurificación de la atmósfera es limitada, participa en acciones para mejorar la calidad del aire.

**Abril.** Para conocer la calidad del aire en nuestra ciudad, se cuenta con la Red Automática de Monitoreo Ambiental, que está integrada por ocho estaciones y seis pantallas informativas ubicadas estratégicamente en la ciudad, las cuales reportan en valores IMECA (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire) los niveles de los contaminantes principales como son el dióxido de azufre, monóxido de carbono, partículas menores a 10 micras, ozono y dióxido de nitrógeno.

**Mayo.** En esta época pueden presentarse incendios, colabora, evitando prender fogatas en el bosque, denuncia las quemas en estas áreas y divulga esta información con tus conocidos.

**Junio.** Las primeras lluvias de la época pueden acarrear mayor cantidad de contaminantes, así mismo suelen presentarse las denominadas lluvias ácidas, las cuales contribuyen al deterioro de las edificaciones y áreas verdes.

**Julio.** Los árboles son una importante fuente de oxígeno y son excelentes para purificar el aire que respiramos, colabora en apoyo a las campañas de reforestación, ¡¡adapta un árbol!!, e infórmate sobre las especies recomendadas.

**Agosto.** La contaminación atmosférica irrita y perjudica al aparato respiratorio y es especialmente peligrosa para la gente sensible y vulnerable (niños, ancianos y enfermos). Otros efectos que ocasiona son irritación en los ojos, dolor de cabeza y mareos.

**Septiembre.** Para evitar la contaminación, promueve el uso del transporte público, y demanda un mejor servicio. Mantén en buenas condiciones las instalaciones de gas y evita el encendido conti-



nuo del calentador de agua. Procura no calentar tu automóvil por espacios prolongados. Cuida las áreas verdes.

*Octubre.* Si participamos a favor del aire que respiramos se promueve la conservación de los recursos y del hábitat, fechas conmemorativas a nivel internacional en este mes que requieren de labores comprometidas por parte de la población en general y de las instituciones en particular; para ello, infórmate, conoce, discute y apoya acciones por una mejor calidad del aire.

*Noviembre.* Las inversiones térmicas son un proceso atmosférico que en condiciones de contaminación ocasionan el estancamiento de los contaminantes en la capa cercana a la superficie terrestre –aire frío– y a esta capa se le superpone una capa de aire caliente que evita que los contaminantes circulen y se diluyan prologando por más tiempo el contacto del aire contaminado con los seres vivos.

*Diciembre.* En época de frío las condiciones de contaminación atmosférica pueden agravarse, se recomienda consumir abundantes líquidos y frutas, mantenerse abrigado si hace frío y evitar cambios bruscos de temperatura.

A continuación se presentan una serie de elementos desde el Esquema de Participación Universitaria para fortalecer la estrategia de trabajo a favor de la calidad del aire.

- ▀ Contar con un directorio de participantes en el COMECA. Detallar las acciones reales y potenciales de cada institución que coadyuvan a prevenir o en su caso corregir los problemas de calidad del aire.
- ▀ Efectuar un diagrama de flujo que identifique responsables y acciones en caso de que se presente una contingencia.

- ▀ Aplicar un cuestionario de percepción social que oriente sobre las necesidades sentidas de la población y se identifiquen elementos esenciales de participación comunitaria en atención a contingencias.
- ▀ Realizar campañas permanentes de información y concientización hacia los diferentes sectores en materia de calidad del aire.
- ▀ Firmar acuerdos de colaboración para garantizar la ejecución de los compromisos insitucionales para que se apoye y financie la realización de proyectos de causa-efecto de la contaminación.
- ▀ Desarrollar diagnósticos, evaluaciones y reestructuración de programas de prevención de la contaminación atmosférica.

En general, se propone desde un esfuerzo universitario la necesidad de incorporar una serie de estrategias complementarias que permitan dar agilidad a las formas de organización y estructurar nuevas líneas de comunicación para que se activen medidas preventivas y correctivas en atención a evitar daños a causa de los niveles de contaminación que pueden derivar en contingencias atmosféricas.

## CONCLUSIONES

Haciendo un balance, y desde la participación universitaria en el Comité Metropolitano para la Calidad del Aire, se logró atender una serie de necesidades en torno al conocimiento de la problemática de contaminación atmosférica, se valoró promover un esquema similar que coadyuve a atender el problema de la calidad del aire de una manera integral.

Cabe señalar que como parte del análisis y discusión que se gestaba al interior de las sesiones del COMECA, las actividades que

se apoyaron en torno al tema de educación, comunicación e investigación, cuentan con un potencial multiplicador que permite que la población se involucre cada vez más y por lo tanto se generen acciones y actitudes más eficaces en favor de la calidad del aire que se respira.

La concientización y la difusión de información en materia de contaminación atmosférica y salud se identifican como prioritarias, es importante manifestar que se requiere contar con apoyo y colaboración de la ciudadanía para implementar medidas en caso de contingencia atmosférica, y en general para coadyuvar a una cultura de prevención y atención de los problemas relacionados con la contaminación del aire.

Se identifica además como indispensable diseñar y promover una estrategia que permita que la información fluya de una manera articulada y ágil para conseguir que los diversos sectores involucrados se enteren y participen en las recomendaciones preventivas y correctivas en caso de presentarse contingencia atmosférica.

Independientemente del esquema complementario que se decida incorporar para contribuir a la mejora de la calidad del aire en la ciudad, desde el ámbito oficial, se propone que se diseñe y ponga en práctica este esquema promovido desde el COMECA, que ya se identificó y comprobó como valioso y que consiste en realizar una mesa de diálogo con los diferentes actores involucrados con la calidad ambiental en la ciudad y tomar acuerdos que se ejecuten como acciones puntuales orientados a un objetivo en común: “mejorar el aire que respiramos”.

## 6. Comunicación de riesgos: análisis de la gestión gubernamental. El caso de Miravalle en la zona metropolitana de Guadalajara

María Guadalupe Garibay Chávez y María Luisa García Bátiz

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años estamos presenciando cambios profundos en la orientación de la gestión de los problemas ambientales en general y de los riesgos ambientales en particular, en la práctica los cambios apuntan a la inclusión de los ciudadanos en la gestión, a la construcción de proyectos colectivos, a la necesidad de un mayor fortalecimiento de la cooperación entre las diferentes agencias de gobierno, así como a la orientación de esfuerzos para satisfacer las necesidades de las comunidades. Los gobiernos locales no pueden enfrentar los cambios anteriormente mencionados desde una actuación tradicional basada en una práctica cerrada, unilateral y autoritaria. Por lo que, la participación ciudadana, la comunicación y el diálogo democrático se vuelven requisitos indispensables para lograr una gestión eficaz de los riesgos ambientales.

En este trabajo se busca reflexionar sobre lo anterior. En primer lugar establecemos el marco conceptual alrededor de la pregunta: ¿cuáles son los elementos que influyen en el desarrollo de procesos adecuados de comunicación de riesgos?, entendiendo como procesos adecuados, aquellos ejercicios de comunicación que logran alcanzar los objetivos de política establecidos inicialmente, que influyen en la comprensión de los riesgos y en la modi-

ficación de conductas, que facilitan la construcción de acuerdos entre los involucrados, y que se basan en la formación de redes que garantizan la prevención, atención y seguimiento de los riesgos y sus impactos. Enseguida presentamos la metodología utilizada en el análisis del proceso de comunicación de riesgos en nuestro caso de estudio. En tercer lugar, analizamos la práctica de la comunicación de riesgos por la contaminación del aire, en un caso concreto de un área crítica como es Miravalle en la zona metropolitana de Guadalajara en México, la intención es identificar los avances y retos que la práctica de la comunicación de riesgos plantea. Finalmente, como conclusiones, anotamos los principales retos que el modelo emergente de comunicación de riesgos debe afrontar en el contexto mexicano.

La comunicación de riesgos como estrategia para mejorar la gestión ambiental  
La gestión de riesgos tradicional se enfrenta a grandes dificultades para reaccionar de manera eficaz ante un entorno cada vez más complejo e incierto. La eficiencia y credibilidad de las agencias de gobierno encargadas de atender los asuntos relacionados con el manejo de riesgos se ha deteriorado ante una ciudadanía cada vez más crítica y exigente, así como ante los problemas que tienen para mostrar resultados importantes y pertinentes ante la complejidad de éstos. Las dificultades que presentan los gobiernos tradicionales para solucionar problemas concretos se concentran cuando menos en tres puntos esenciales:

1. La divergencia en las percepciones que tienen los ciudadanos frente a las de los expertos de los propios gobiernos y los "conocimientos" de los científicos. Los funcionarios y técnicos gubernamentales están continuamente frustrados por lo que aprecian como una inexacta percepción pública del riesgo, y

las demandas "irreales" que algunos ciudadanos y ambientalistas hacen para la reducción de los mismos. Por su parte, los ciudadanos están igualmente frustrados por lo que perciben como desinterés gubernamental en los asuntos que los afectan, la falta de aplicación de acciones y de información que les permita tomar decisiones adecuadas, lo que se ha traducido en presiones a las autoridades para que los tomen en cuenta en aquellas decisiones que les van a impactar directa o indirectamente. Asimismo, los científicos están a su vez frustrados por el pobre uso que hacen los gobiernos y los ciudadanos de los conocimientos generados por ellos y la no consideración de éstos como base para la toma de decisiones (Covello, McCallum y Pavlova, 1989; Moreno, 1996).

2. El insostenible autoritarismo y jerarquía de los procesos de toma de decisiones de los gobiernos, que dificultan la gestión tanto al interior de las agencias gubernamentales como al exterior de éstas. Especialmente cuando nos referimos a problemas que rebasan las responsabilidades formalmente definidas para diferentes actores y niveles de gobierno.
3. Las crecientes presiones que ejercen los ciudadanos que cuestionan y ponen en tela de juicio la capacidad de los gobiernos basados en esquemas de trabajo segmentados, unidireccionales, burocráticos y cerrados para atender las demandas y necesidades ciudadanas, no sólo de servicios públicos sino también de información.

Ante las dificultades de los gobiernos tradicionales, las nuevas propuestas de gestión y gobernanza ambiental apuntan a una práctica de gobierno en red, es decir, un ejercicio de gobierno que se lleva a cabo con la participación de actores diversos y la formación de redes plurales; un nuevo enfoque del poder público

que impulsa la adopción de nuevos roles y la utilización de instrumentos y esquemas de trabajo para la cooperación entre diferentes agencias de gobierno, niveles de administración y actores políticos; y la aceptación de la necesidad de construir consensos para la atención de las demandas ciudadanas en relación con la solución y prevención de conflictos sociales (Brugué y Gallegos, 2001; Querol, 2002; Andersson y Pacheco, 2005; García, 2006).

En este contexto de crítica y cambio se desarrollan las propuestas modernas de comunicación de riesgos, que las identificadas como un elemento fundamental para mejorar la toma de decisiones relacionada con la gestión de los riesgos ambientales y sus impactos en la salud.

La comunicación de riesgos es definida como un proceso de intercambio de información y de opiniones acerca de la naturaleza, magnitud, significado y control del riesgo, basado en el diálogo entre agencias gubernamentales, científicos, grupos de intereses especiales, comunidades y ciudadanos, con el objeto de hacer accesible a la población el conocimiento de los riesgos y posibilitar la construcción de consensos para un adecuado manejo de los mismos (Covello, 1998; McCallum y Santos, 1998; National Research Council, 1989).

La comunicación de riesgos, es vista también como una herramienta estratégica en la construcción de una cultura de prevención, la cual dependerá de la información disponible y su difusión, por lo que el diseño y aplicación de una adecuada comunicación dirigida a la reducción de los riesgos y los daños a la salud, es necesaria para contribuir en los cambios de actitud que faciliten dicha cultura de prevención (Cano, 2004).

La apertura a la participación ciudadana en la comunicación de riesgos, es una tendencia que se observa a escala internacional y que toma fuerza en las últimas dos décadas, en este sen-

tido, los gobiernos de los países desarrollados, los organismos internacionales y la sociedad civil, plantean la necesidad de diseñar y aplicar programas de gestión de riesgos que incluyan a la comunicación con participación ciudadana para responder a las demandas particulares de las comunidades y lograr la retroalimentación de la información para la toma de decisiones (UNEP, 1988; Henao, 2007).

El auge de la comunicación de riesgos como una estrategia de gestión ambiental participativa, parte de principios amplios que plantean los beneficios que la incorporación de los involucrados en los procesos de gestión genera:

*Facilita la construcción de consensos.* En este sentido se argumenta que la participación de diferentes actores y representantes de la sociedad promueve el desarrollo de relaciones personales que pueden dar paso a un entendimiento más profundo de los asuntos y de los intereses de los otros, esto puede llevar a que se moderen los puntos de vista más extremos y a facilitar la construcción de consensos entre los grupos conflictivos, lo que influye en el cambio de actitudes y generación de acuerdos.

*Apoya la legitimación de los procesos de gestión de riesgos.* Es decir, la participación plural inspira confianza entre la población, lo que incrementa la legitimidad de los procesos de gestión, apoyando la credibilidad de quienes los llevan a cabo.

*Contribuye a eficientar los procesos de toma de decisiones.* La idea es que el involucramiento de los ciudadanos favorece la gestión integral en la medida en que las acciones que se realizan responden de manera directa a las necesidades expresadas por la ciudadanía y cuentan con el respaldo de representantes y organizaciones ciudadanas. Además, la participación de

los involucrados directos en diversos programas preventivos, de educación y cultura de la acción ciudadana redundan en la reducción de daños y costos asociados a la atención de los problemas en momentos de crisis.

*Favorece la construcción social de conocimiento para entender y atender los problemas identificados.* En otras palabras, la participación ciudadana, a través del diálogo incluyente, promueve el intercambio de información, perspectivas y puntos de vista, dando la oportunidad de que se genere un conocimiento más profundo e integral del asunto tratado, donde se aborda la complejidad del mismo y se genera la posibilidad de llevar a cabo acciones más pertinentes y adecuadas para su solución.

En términos más específicos, Covello, McCallum y Pavlova (1989), plantean que una adecuada comunicación ayuda a las agencias gubernamentales a mejorar la gestión de los riesgos ambientales ya que reduce

- ▀ la probabilidad de que la atención social y los recursos sea desviada de los problemas importantes a los menos importantes.
- ▀ la probabilidad de que la atención individual y pública sea apartada de los riesgos más significativos a los riesgos menos significativos.
- ▀ el sufrimiento humano innecesario debido a los altos niveles de ansiedad, miedo y preocupación sobre el riesgo.
- ▀ los niveles públicos de escándalo.
- ▀ la probabilidad de resentimientos, debates y conflictos.
- ▀ la tensión entre las comunidades y las agencias gubernamentales.

así mismo mejora

- ▀ el entendimiento de la percepción pública y sus necesidades.
- ▀ la respuesta anticipada de las agencias.
- ▀ la información individual y comunitaria sobre los riesgos.
- ▀ el establecimiento del diálogo con las comunidades sobre los asuntos de riesgo.
- ▀ la información individual y comunitaria sobre los procedimientos, procesos y decisiones de las agencias.

Estas y otras razones estimulan a los gobiernos a implementar procesos de comunicación de riesgos. Las maneras en las que los procesos de comunicación de riesgos incorporan a los ciudadanos, así como los alcances que se plantean para la participación y los procedimientos diseñados para la misma, varían conforme a las condiciones institucionales y a los ambientes políticos y sociales en los que ocurre dicha incorporación.

Sin embargo, el interés por aplicar esquemas de comunicación de riesgos no es suficiente para garantizar una mejora en la gestión, las experiencias internacionales han mostrado que lograr una comunicación de riesgos adecuada no es una tarea fácil, ésta presenta problemas especialmente relacionados con la definición clara de los objetivos que se buscan con una estrategia de comunicación de riesgos, la definición de la población objetivo de la comunicación, las fuentes de información, el diseño de los mensajes, los canales de información utilizados, la falta de una evaluación rigurosa del proceso que permita aprender de los errores y aciertos, así como las características y limitaciones de los datos científicos acerca de los riesgos, las capacidades de los funcionarios gubernamentales, los representantes de la industria y otros portavoces al comunicar información acerca de

los riesgos (Covello, McCallum y Pavlova, 1989; Covello, 1998; González, 2003).

#### Elementos que definen una comunicación de riesgos eficaz

Para salvar los problemas que presenta la práctica de la comunicación de riesgos y que fueron mencionados en los párrafos anteriores, la literatura internacional apunta a señalar que desde su diseño, las estrategias de comunicación deben incluir los siguientes elementos:

*La participación ciudadana.* La comunicación de riesgos a la salud debe ser concebida como un proceso de comunicación social dirigido a facilitar, coordinar y promover la participación activa de todos los involucrados en un problema. Es decir, la comunicación de riesgos debe entenderse como una estrategia participativa que parte de reconocer el derecho que tienen todos los ciudadanos a tomar decisiones informadas sobre los asuntos que afectan sus vidas. La participación ciudadana en el proceso de comunicación de riesgos a la salud busca un mayor entendimiento de los riesgos que afectan a una comunidad. Asimismo, se orienta a la construcción de esquemas de cooperación para aplicar soluciones. Además, un proceso de comunicación de riesgos con una real participación ciudadana permite aumentar la confianza y la credibilidad de las comunidades en las agencias gubernamentales que promueven la comunicación (Covello, McCallum y Pavlova, 1989; Lum y Tinker, 1994; Arjonilla, 1995; González, 2003; SEMARNAP, 2000; INE, s. f.).

Por lo anterior, una comunicación de riesgos adecuada está caracterizada por la participación de actores diversos, es decir, una participación plural, amplia y extensa, que promueve esquemas de co-gestión gobierno-ciudadanos, superando las prácticas

que sólo dan voz pero no voto a los participantes o que identifican a la población como sujetos pasivos, o simples receptores de la información.

Lo anterior supone: a) la utilización del diálogo incluyente basado en el respeto y una relación simétrica entre las agencias promotoras y los ciudadanos involucrados, b) la construcción de consensos apoyados en el flujo de información accesible para todos los participantes, y c) el respeto a la auto-organización de los ciudadanos y el impulso a la construcción de capital social.

*La planeación de la estrategia.* La comunicación de riesgos vista como una política pública supone un diseño racional que cuando menos incluye:

- a) La definición del problema. Una estrategia de comunicación de riesgos debe partir de una construcción social del problema que se quiere atender, es decir, no es el gobierno quien dice cuál es el problema, sino que el problema se construye colectivamente, se define o identifica con la participación de los actores involucrados. Para lograr lo anterior, es necesario: primero, tener un conocimiento amplio de quiénes son los grupos de interés o los actores involucrados y los líderes de opinión o en su caso quiénes son las autoridades comunitarias en una situación o problema específico; segundo, identificar con claridad a la población objetivo de la comunicación; y tercero, construir consensos a partir de la exposición y argumentación de los diferentes intereses y percepciones de los problemas que se plantean (Covello, McCallum y Pavlova, 1989; González, 2003; INE, s. f.).
- b) La definición de objetivos. La comunicación de riesgos como estrategia debe contar con objetivos claramente definidos.

De acuerdo con Covello, McCallum y Pavlova (1989) es necesario identificar, definir y priorizar claramente los objetivos de los esfuerzos de la comunicación de riesgos, como pueden ser: proveer información al público, motivar actos individuales, estimular la respuesta ante emergencias o contribuir a la solución de conflictos. Sin una definición clara de objetivos es difícil medir los progresos y hacer correcciones y/o ajustes.

En el mismo sentido González (2003) argumenta que un objetivo es sólo un objetivo si contiene un resultado, es decir, una definición clara del objetivo nos permite definir a su vez las metas y los indicadores que se pueden utilizar para evaluar la estrategia de comunicación.

- c) El periodo. La planeación adecuada de una estrategia de comunicación de riesgos debe definir los tiempos necesarios para su ejecución, sin olvidar que generalmente los objetivos de los proyectos de comunicación de riesgos se logran en el mediano y largo plazo, por lo que, para conocer el avance de la estrategia se debe analizar el comportamiento de los indicadores determinados en el modelo de evaluación (González, 2003).
- d) El presupuesto. La aplicación de una estrategia de comunicación de riesgos debe plantear una estimación adecuada de los recursos económicos que son necesarios para la aplicación de la misma. En países desarrollados como Estados Unidos y Canadá se recomienda que los gobiernos presupuesten la comunicación de riesgos desde el inicio de un proyecto (González, 2003). La Organización Mundial de la Salud recomienda destinar del 10 al 20 por ciento del presupuesto de los programas para la comunicación de riesgos ambientales (Curkeet, 1997).
- e) La evaluación. Hay coincidencia entre diferentes autores al señalar que la evaluación suele ser la parte olvidada en los proyectos de comunicación de riesgos, sin embargo, es ne-

cesaria para lograr la retroalimentación durante el proceso, es decir, la evaluación nos permite aprender de los errores y los aciertos para mejorar y avanzar en el objetivo de la comunicación. En un proyecto de comunicación de riesgos la evaluación debe ser continua y lo más participativa posible. Además, debe buscar evaluar no sólo el logro de objetivos sino también el cumplimiento de responsabilidades asumidas y de identificar la necesidad de actuaciones, hacer cambios o mejoras (González, 2003; McCallum y Santos, 1998; Covello, McCallum y Pavlova, 1989).

*El mensaje, los medios y la información que se desea transmitir.* La característica general de estos tres elementos es su flexibilidad, ya que el mensaje, los medios y la información utilizada deben responder a los objetivos de la estrategia, la población involucrada, los recursos con que se cuente y la adecuación de la información con relación a su accesibilidad y al conocimiento previo de la población. De acuerdo con diferentes expertos, de forma particular, para formular un buen mensaje se pueden tomar en cuenta las siguientes sugerencias: a) escribir a grandes rasgos lo que se desea exponer a la población objetivo, revisar lo que el grupo ya sabe, identificar lo que la gente siente a cerca del asunto; indagar si ha habido comunicaciones previas sobre este mismo tema por parte de los responsables del proyecto o de otros proyectos; b) con estos datos, decidir qué información se tiene que proporcionar en el mensaje y qué argumentos deberán usarse para avanzar en el consenso, y c) redactar el mensaje y preevaluarlo para ver si es entendido, si es relevante, si atrae la atención, si es creíble y aceptado por la población objetivo (Jones y Walters, 2000, citado en González, 2003; Covello, McCallum y Pavlova, 1989; McCallum y Santos, 1998).

Por su parte la selección de los medios para la comunicación debe tomar en cuenta, los objetivos de la comunicación, la audiencia, los tiempos disponibles, el presupuesto, las características socioeconómicas y rasgos psicológicos de la población objetivo.

Finalmente, en relación con la información que se quiere transmitir se debe tomar en cuenta la accesibilidad a la misma, es decir, que tan clara y aterrizada es para que la población involucrada la entienda, si es la información que se requiere para una mejor comprensión del riesgo y prevención de daños, si es la que la gente solicita de acuerdo con sus demandas y preocupaciones y si la cantidad de información otorgada no satura a la población. El cumplimiento de los anteriores criterios se considera que ayuda a dar una información efectiva para la comunicación.

## METODOLOGÍA

### Análisis de la práctica gubernamental en comunicación de riesgos en México

La comunicación de riesgos a escala internacional ha tomado gran importancia, en la literatura se identifica que al menos en las dos últimas décadas, el interés de académicos, científicos, funcionarios y ciudadanos por la comunicación de riesgos se ha sumado a los debates públicos relacionados con la mejora de la gestión ambiental. Mientras tanto, en países como México, la atención por la comunicación de riesgos apenas empieza a manifestarse (SEMARNAP, 2000; INE, s. f.; Arjonilla, 1995).

A pesar del poco desarrollo del tema de comunicación de riesgos en México, a escala local se identifica una necesidad creciente por mejorar el manejo de riesgos ambientales que están afectando fuertemente la salud de la población, especialmente en las grandes ciudades, donde se han venido presentando problemas

graves relacionados con los riesgos provocados por la industria, la contaminación del aire, las inundaciones, los deslizamientos y los fenómenos geológicos (Curiel y Garibay, 2008; Curiel, Garibay y Hernández, 2007; Valdivia, 2005; Maciel, 2001; Curiel *et al.*, 1994).<sup>1</sup>

Además, México es ubicado a nivel internacional como uno de los países más afectados por desastres naturales, así como por desastres químico-tecnológicos. Jalisco a su vez, se sitúa en el tercer lugar a nivel nacional por número de accidentes químico-tecnológicos, donde la zona metropolitana de Guadalajara se considera una de las ciudades con mayores problemas de contaminación del aire y una de las metrópolis donde es evidente que el modelo de crecimiento urbano observado a partir de los años noventa ha representado un incremento en el número de amenazas y niveles de riesgo derivados de las condiciones ambientales que representan una alta exposición para la población con consecuencias en la salud y calidad de vida (Université Catholique de Louvain, 2007; Curiel y Garibay, 2007).

Por lo anterior se vuelve importante analizar las posibilidades que la comunicación de riesgos tiene como un instrumento que los gobiernos locales pueden usar para mejorar su gestión ambiental, especialmente para implementar esquemas más eficaces

1 En México se percibe que las ciudades son espacios donde los desastres agudos y crónicos cada año se acumulan e incrementan el número de víctimas. Ejemplo de ello son, entre otras, las 100 muertes ocurridas por deslizamiento de tierras en Atenquique en 1954, o las 50 muertes en Xicola por esta misma causa en 1983, las 452 muertes provocadas por la explosión de sustancias peligrosas en San Juan Ixhuatepec en 1984, las 206 muertes en Guadalajara por las explosiones de hidrocarburos en 1992, las 882 muertes acumuladas por enfermedades respiratorias agudas en 1996 en la ZMG, las 229 muertes en Chiapas durante el temporal de lluvias en 1998, o las 34 muertes registradas por esta misma causa en Jalisco en el 2007 (Curiel, 2007; Garibay, 2009; Pinal, 2009).



que disminuyan los impactos negativos que la presencia de riesgos ambientales tiene en la salud de las personas.

Con la intención de hacer aportaciones en el conocimiento acerca de las capacidades que los gobiernos locales mexicanos poseen para desarrollar procesos de comunicación de riesgos, en este apartado presentamos una propuesta metodológica que permite evaluar las acciones que las agencias gubernamentales realizan en relación con la comunicación de riesgos en situaciones de crisis. La propuesta que se hace es general, por lo que podría ser utilizada para analizar diferentes situaciones o hechos. En este trabajo la empleamos en un estudio de caso para la zona metropolitana de Guadalajara: la comunicación de riesgos a la salud por la contaminación del aire en la zona de Miravalle.

Para la evaluación de la práctica institucional gubernamental de la comunicación de riesgos se propone una metodología de modelos ideales, es decir, se toma en cuenta que los elementos presentados antes como factores que definen una adecuada comunicación de riesgos, determinan un modelo ideal que pueden no tener un referente en la realidad. Sin embargo, el contraste de un modelo ideal de comunicación de riesgos con la realidad nos ayuda a entender qué factores están influyendo en la caracterización del esquema utilizado en la práctica, es decir, nos permite entender cuál es su orientación, sus fortalezas, sus limitantes y qué retos debemos enfrentar para combatir las dificultades que las agencias de gobierno están teniendo con el propósito de mejorar su desempeño en la gestión de riesgos.

#### Modelos ideales

En los cuadros 1, 2 y 3 se muestran los modelos ideales definidos por las características de los elementos que determinan una

adecuada comunicación de riesgos, es decir, presentan la delimitación de los modelos conociendo las características o valores que componen cada elemento de análisis: la participación ciudadana, la planeación de la estrategia y el diseño del mensaje, los medios y la información.

*Modelos ideales de la participación ciudadana en la comunicación de riesgos.* El cuadro 1 muestra tres tipos ideales posibles para la participación ciudadana:

- **Modelo 1: Participación simulada.** En este modelo la participación ciudadana es caracterizada porque los objetivos de la misma no están definidos y los ciudadanos son vistos como simples receptores de la información. No hay una inclusión de actores en la planeación, el diseño, ni en el desarrollo y la aplicación de la estrategia de comunicación de riesgos.
- **Modelo 2: Participación legitimadora.** En este caso el objetivo de la participación ciudadana es difuso y dirigido sólo a consultar a la población, es decir, a dar voz pero no voto a los ciudadanos. La inclusión de actores es reducida, enfocada a grupos de población cerrados no incluyentes, a la construcción de públicos convenientes para los promotores y/o no se define una población objetivo, por el contrario se plantea una participación generalizada. El nivel de participación, es decir, los que intervienen o están representados en el proceso es bajo.
- **Modelo 3: Participación real.** En este modelo los objetivos son claros y se busca involucrar a los ciudadanos para llegar a generar acuerdos y construir consensos. Hay una inclusión plural, amplia y extensa de ciudadanos y el nivel de participación es alto.

Cuadro 1 Modelos ideales definidos por las características de la participación ciudadana en las estrategias de comunicación de riesgos

Elementos	Modelo 1 participación simulada	Modelo 2 participación legitimadora	Modelo 3 participación real
Objetivos de la participación	► No definidos ► Ciudadanos como receptores	► Difusos ► Consulta de ciudadanos	► Claros ► Involucran a los ciudadanos
La inclusión de actores	► No participativa	► Reducida y/o general	► Plural
Niveles de participación	► No participativa	► Bajo	► Alto

Fuente: Elaboración propia

*Modelos ideales de planeación de la estrategia en la comunicación de riesgos.* En el cuadro 2 se presentan dos modelos ideales:

- **Modelo 1: Improvisado.** Este modelo se caracteriza por ser la agencia de gobierno la promotora del proceso de comunicación, la que determina cuál es el problema que se atiende, la definición de los objetivos es difusa (no clara). La evaluación de la comunicación del riesgo no está contemplada o está definida de forma parcial, no es continua y no es participativa, además la estrategia no presenta una delimitación clara del periodo de aplicación y/o concentra la atención a lograr resultados en el corto plazo. Mientras que el presupuesto con que se cuenta para la ejecución de la estrategia no es adecuado, es decir, no hay una estimación consistente de los costos que implica ponerla en marcha ni hay un presupuesto claramente estimado o considerado desde el momento en que se piensa en la necesidad de realizar acciones encaminadas a la comunicación de riesgos.

- **Modelo 2: Planeado.** En este caso la definición del problema es participativa. La definición del objetivo es clara y la estrategia contempla un esquema de evaluación continuo y participativo. Asimismo, se define el periodo que dura la estrategia considerando que los resultados de la comunicación del riesgo generalmente se pueden observa en el mediano y largo plazo, por lo que, la evaluación incluye un sistema de indicadores. Finalmente, en este modelo se estima con anticipación el presupuesto necesario.

Cuadro 2 Modelos ideales definidos por las características de la planeación de las estrategias de comunicación de riesgos

Elementos	Modelo 1 improvisado	Modelo 2 planeado
Definición del problema	► No consensado	► Consensado
Definición de objetivos de la comunicación	► Difuso	► Claro
Evaluación	► No definida	► Definida
	► No continua	► Continua
	► No participativa	► Participativa
Periodo	► Indefinido	► Definido claramente
	► Corto plazo	► Mediano y largo plazo
Presupuesto	► No adecuado	► Adecuado

Fuente: Elaboración propia

*Modelos ideales respecto al diseño del mensaje, los medios y la información.* El cuadro 3, muestra dos modelos ideales en cuanto al diseño del mensaje, los medios y la información que comprenden la estrategia de comunicación de riesgos:

- Modelo 1: Ineficaz, es decir que no logra los objetivos que la comunicación de riesgos ambientales se plantea. En este caso se trabaja con mensajes rígidos, es decir, la redacción del mensaje no toma en cuenta quién es la población objetivo ni se utiliza un esquema de preevaluación del mensaje. Además los medios utilizados están rígidamente seleccionados, es decir, los medios responden más a ideas preconcebidas de cual es un buen medio de comunicación o a lo que el presupuesto alcance más que a la valoración del mismo en cuanto a la accesibilidad que la población tiene sobre éste y la penetración y eficacia que tiene dada la cultura de la comunidad o de la población objetivo. Asimismo, la información proporcionada no es efectiva ya que no responde a lo que la gente quiere saber sino a lo que la agencia considera es importante que la población sepa y/o a que la comprensión de la información por parte de la población objetivo sea insuficiente.
- Modelo 2: Eficaz. En este modelo el mensaje y la selección de los medios es flexible, mientras que la información es efectiva.

Cuadro 3 Modelos ideales definidos por las características del mensaje, medios e información de las estrategias de comunicación de riesgos

Elementos	Modelo 1 ineficaz	Modelo 2 eficaz
Mensaje	▸ Rígido	▸ Flexible
Medios	▸ Rígidos	▸ Flexibles
Información	▸ No efectiva	▸ Efectiva

Fuente: Elaboración propia

Para contrastar los anteriores modelos teóricos con la práctica de la comunicación de riesgos en Miravalle se tomaron como fuentes de información las siguientes:

1. Documentos que constituyen el marco institucional directo que le da formalidad a la práctica de comunicación de riesgos: Ley General de Equilibrio Ecológico, el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Estatal de Salud de Jalisco, la Ley de Educación del Estado de Jalisco, la Ley Estatal de Protección Civil del Estado de Jalisco, el Reglamento Municipal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del municipio de Tlaquepaque, y el Reglamento para la Protección del Medio Ambiente y la Ecología en el municipio de Guadalajara.
2. Documentos oficiales que conforman los instrumentos de planeación y administración de riesgos y que incluyen a la comunicación de riesgos como una acción de política, como por ejemplo, el Plan de contingencia atmosférica de la zona conurbada de Guadalajara dirigido por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco, el Programa de contingencia atmosférica 2007-2009 del municipio de Guadalajara y el Plan de contingencia atmosférica con acciones específicas para el municipio de Tlaquepaque.
3. Información que se puede obtener en las páginas web oficiales de las dependencias o agencias públicas que formalmente tienen responsabilidades sobre la comunicación de riesgos a la salud por la contaminación atmosférica en Miravalle: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco, Secretaría de Salud Jalisco, Secretaría de Educación Jalisco, Unidad Estatal de Protección Civil de Jalisco, Ayuntamiento de Guadalajara y Ayuntamiento de Tlaquepaque.

4. Resultados de la "Entrevista para analizar la estrategia de comunicación de riesgos que las agencias gubernamentales tienen para atender la contaminación del aire en Miravalle".<sup>2</sup>

La evaluación de la práctica de la comunicación de riesgos, el caso de Miravalle en la zona metropolitana de Guadalajara

En este apartado se presenta la evaluación de la comunicación de riesgos que se está desarrollando por diferentes instituciones de gobierno como parte de la gestión de los riesgos a la salud por contaminación del aire en una zona crítica de contaminación atmosférica como lo es Miravalle.

Realizamos el análisis a partir de la evaluación de los elementos que la literatura planteada en el apartado anterior identifica como importantes para implementar procesos adecuados de comunicación de riesgos.

La intención es acercarnos al entendimiento de lo que pasa en México y en particular en la zona metropolitana de Guadalajara con la comunicación de riesgos y cuáles son los avances y retos que en la práctica se están dando.

#### Caso de estudio: Miravalle

Este caso es pertinente ya que representa un área crítica de contaminación del aire en la zona metropolitana de Guadalajara, la tercera área urbana de México, que ha sido reconocida por autoridades gubernamentales y científicos como el área más impor-

2 La entrevista citada fue aplicada en 2008 como parte del proyecto de investigación "Desempeño institucional gubernamental en la zona metropolitana de Guadalajara respecto a la prevención y comunicación de riesgos por contaminación del aire" que coordinó la doctora María Guadalupe Garibay Chávez, profesora investigadora del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas de la Universidad de Guadalajara. Una primera descripción parcial de los resultados de la misma se presenta en Padilla, 2009.

tante, en términos de contaminación del aire y exposición continua de la población.

Miravalle se ubica al sur de la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), con una extensión de 2,463 km<sup>2</sup>, toma parte del territorio de dos de los cuatro municipios que conforman la ZMG: Guadalajara y Tlaquepaque. Se encuentra circundada por los cerros del Cuatro, Santa María y del Gachupín, los cuales forman una barrera que no permite el fácil desalojo de contaminantes que se concentran en esta área por generación propia y los que provienen de la ZMG por arrastre de los vientos. Las emisiones contaminantes son en orden de importancia generadas por vehículos automotores, industrias en forma permanente y de incendios forestales, quemas agrícolas, de pastizales y residuos de manera esporádica (Curiel y Garibay, 2008).

Miravalle anualmente vive momentos críticos de contaminación del aire principalmente por partículas menores de diez micrómetros ( $PM_{10}$ ), ya que todos los meses del año se rebasan los 50 microgramos/m<sup>3</sup>, límite establecido en la Norma Oficial Mexicana de calidad del aire, lo que representa una alta exposición y riesgo para la salud de la población en general y de manera particular para los grupos de población más vulnerables: niños menores de cinco años, adultos mayores y enfermos crónicos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, que se ha demostrado son los que pueden ser mayormente afectados por la contaminación del aire. Estudios realizados en esta zona señalan una asociación entre niveles altos de  $PM_{10}$  y mayores índices de morbilidad y mortalidad (Curiel, Garibay y Hernández, 2007).

## RESULTADOS

Evaluación de los elementos que definen una adecuada comunicación de riesgos. Desde hace algunos años diferentes agencias de gobierno están impulsando acciones dirigidas a la comunicación de riesgos a la salud por contaminación del aire, queriendo modelar una estrategia de comunicación participativa, en red y planeada. En el marco institucional tanto en el contexto federal como local (estatal y municipal) vigente, todas las agencias públicas que tienen la responsabilidad de realizar actividades de planeación o administración de riesgos en Miravalle están obligadas a incluir la participación ciudadana. Asimismo, en el discurso todos los funcionarios públicos reconocen las virtudes que la participación ciudadana y la comunicación tienen sobre la planeación ambiental y externan el interés gubernamental por tomar en cuenta a la población para mejorar la atención de los problemas ambientales en Miravalle derivados de la contaminación del aire.

Sin embargo, la percepción de los ciudadanos apunta a considerar que los esfuerzos que hacen los gobiernos por atender el problema de contaminación del aire en Miravalle son muy débiles, además de que consideran que los ciudadanos no cuentan con información adecuada para tomar decisiones sobre la prevención de los riesgos a la salud a los que están expuestos por la contaminación del aire de la zona en la que viven, asimismo manifiestan tener poca confianza en las organizaciones públicas y académicas que pueden ofrecer información sobre el problema (Hernández, 2009).

Entonces, nos podemos preguntar ¿qué está pasando con los esfuerzos gubernamentales relacionados con la comunicación de riesgos en Miravalle? El cuadro 4 presenta, de forma esquemática, la evaluación de las acciones seguidas por siete agencias públicas

que tienen responsabilidad sobre la comunicación de riesgos en el caso de estudio.

Como se puede observar de la evaluación presentada, la práctica de la comunicación de riesgos en el caso estudiado, no presenta avances en cuanto a la implementación de un nuevo modelo de intervención que se incline hacia la idea que la gobernanza, y la gestión ambiental participativa suponen, es decir, un modelo participativo, en red, con comunicación y evaluación.

Por el contrario, en la práctica la comunicación de riesgos apunta a la necesidad de superar grandes debilidades que se registran en el diseño de los esquemas de comunicación de riesgos por parte de las agencias promotoras en cuanto a los tres elementos que ya hemos venido señalando a lo largo del artículo (la participación ciudadana, la planeación de la estrategia y el mensaje, los medios y la información):

1. La inclusión de la participación ciudadana en la comunicación de riesgos en Miravalle, apunta hacia la constitución de un modelo orientado a la simulación, donde la falta de un objetivo claro que justifique la inclusión de los ciudadanos es una característica generalizada en las acciones que han seguido hasta ahora las agencias públicas analizadas. Sumado a lo anterior encontramos una inclinación a ubicar a los ciudadanos como simples receptores de la información que las agencias consideran importante ofrecerles. Asimismo, la falta de un objetivo claro y de identificar al ciudadano como simple receptor, influye en el diseño de una participación general, es decir, que no busca identificar a los actores clave del proceso, a los grupos de interés, ni se intenta definir la población objetivo de la estrategia de comunicación. Como ha sido expuesto en otros trabajos sobre participación ciudadana la falta de un objetivo claro de la participación y la acción gubernamental

orientada a legitimar sus funciones más que para desarrollar esquemas reales de co-gestión hace que la desconfianza de los ciudadanos hacia las agencias públicas crezca, además de que debilita las posibilidades de formación de capital social que faciliten la participación ciudadana en el futuro, lo que reduce la disposición de los ciudadanos a participar.

2. El esquema de planeación de las estrategias de comunicación de riesgos a la salud por contaminación del aire en Miravalle se orienta hacia la conformación de un modelo de intervención improvisado que se caracteriza por una definición jerárquica y no priorizada del problema, una definición no clara de los objetivos que persiguen las agencias con la comunicación de riesgos, la falta de una práctica de evaluación, la indefinición de los periodos de aplicación de la estrategia y la inadecuada estimación de costos influye en un trabajo poco efectivo y eficiente de la gestión de riesgos.
3. Por último, en relación con el contenido de la estrategia misma de comunicación, la práctica gubernamental se orienta hacia un modelo ineficaz que se apoya en mensajes rígidos, es decir, mensajes que no toman en cuenta quién es la población a la que van dirigidos, cuáles son las necesidades de información de la población objetivo, y como los objetivos de la estrategia no son claros, tampoco se puede saber si el mensaje es coherente, lo que significa que no podemos distinguir si éste contribuye al cumplimiento de los objetivos. Además, la selección de medios responde más a las grandes limitaciones de un presupuesto mal estimado que generalmente no fue previsto para hacer comunicación de riesgos. Finalmente, la información otorgada no es efectiva, ya que de entrada no responde a las necesidades de la población, pero además la información no ha sido preevaluada, ni evaluada para poder determinar si es entendida y valorada por la misma.

Cuadro 4 Evaluación de las estrategias de comunicación de riesgos por contaminación del aire en Miravalle

Agencias públicas	Participación ciudadana			Planeación de la estrategia de comunicación de riesgos				Mensaje, medios e información			
	Objetivo	Inclusión de actores	Nivel de participación	Definición del Problema	Definición del objetivo de la comunicación	Evaluación	Periodo	Presupuesto	Flexibilidad del mensaje	Flexibilidad de los medios	Flexibilidad de la información
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	No definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco	No definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva
Secretaría de Salud Jalisco	No definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva

Agencias públicas	Participación ciudadana			Planeación de la estrategia de comunicación de riesgos					Mensaje, medios e información		
	Objetivo	Inclusión de actores	Nivel de participación	Definición del Problema	Definición del objetivo de la comunicación	Evaluación	Periodo	Presupuesto	Flexibilidad del mensaje	Flexibilidad de los medios	Flexibilidad de la información
Secretaría de Educación Jalisco	No definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva
Unidad Estatal de Protección Civil de Jalisco	No definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido*	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva
Ayuntamiento de Guadalupe	No definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva
Ayuntamiento de Tlaquepaque	No Definido	General	Baja	No consensado	Difuso	No definida	Indefinido	No adecuado	Rígido	Rígido	No efectiva

Fuente: Elaboración propia  
\* En este caso los periodos y las acciones seguidas por las agencias en relación con la comunicación de riesgos a la salud por la contaminación del aire se realizan en situaciones de crisis

CONCLUSIONES

El caso de Miravalle, en términos generales nos muestra que a nivel gubernamental la comunicación de riesgos es todavía una buena intención, que se concentra en llevar a cabo acciones de política aisladas, no cooperativas, sin seguimiento y que no son parte de una política ambiental más amplia ni de una estrategia de gestión institucionalizada y formalizada.

No existe una comunicación de riesgos que se esté desarrollando por las agencias gubernamentales que cumpla con los objetivos de un mejor entendimiento del riesgo, que sea diferenciada según los grupos objetivo a quien se dirige, que consideren grupos vulnerables y mucho menos que contemple el cambio de comportamientos en la población para prevenir riesgos y daños.

Se requiere generar estrategias a nivel gubernamental para contar con mayores capacidades institucionales en recursos humanos, económicos y materiales que posibiliten la planeación, el diseño, instrumentación y evaluación de la comunicación de riesgos como parte fundamental de la gestión ambiental ante los nuevos contextos sociales.

Los retos para desarrollar programas y estrategias adecuadas de comunicación de riesgos en el caso estudiado son muchos respecto a la definición y claridad del objetivo y del problema a atender; la inclusión de actores y distinción de los mismos según su nivel de vulnerabilidad e intereses; consideración de los periodos de implementación de la estrategia, y el diseño de la estrategia en relación con los mensajes dirigidos, los medios utilizados para la difusión, la información que responda a las demandas, preocupaciones y necesidades de la población y la inclusión de la evaluación de la estrategia como una herramienta de aprendizaje y mejora.

En todas las estrategias y acciones revisadas, el monopolio gubernamental en la definición de problemas, en la toma de decisiones y la gestión de las estrategias de comunicación es un común denominador. Además, los enfoques concretos para articular la participación ciudadana presentan un marcado anquilosamiento de las prácticas tradicionales que se mueven hacia un aparente cambio en la forma de hacer gobierno.

Se observa que la idea expuesta en el primer apartado, según la cual, en un escenario de mayor incertidumbre y de mayor reclamo ciudadano, las formas tradicionales de gobierno empezaban a ser claramente remplazadas por formas modernas más democráticas, no aplica para el caso estudiado.

Los resultados obtenidos de la comunicación de riesgos en Miravalle desquebrajan las esperanzas de avanzar hacia la construcción de una ciudadanía más activa y comprometida en la acción colectiva para la atención de problemas que les afectan, en el involucramiento de recursos, de ideas y de conocimientos como factor clave del fortalecimiento de una nueva cultura política.

A pesar de lo anterior, creemos que los problemas que presenta el desarrollo de esquemas adecuados de comunicación de riesgos no son el resultado de una posición maquiavélica de los funcionarios públicos encargados de promover las estrategias estudiadas, sino que la grave situación que presenta el avance de la comunicación de riesgos moderna, es resultado de la falta de habilidades y capacidades humanas, organizacionales e institucionales. Por lo que, podemos decir que las agencias de gobierno involucradas tienen como reto principal construir o desarrollar capacidades (Grindle, 1997) para mejorar el diseño y gestión de estrategias de comunicación de riesgos, esto supone que se debe trabajar en tres dimensiones básicas:

1. Recursos humanos. En este rubro el reto es contratar y capacitar personal que cuente con los conocimientos académicos y las aptitudes técnicas en la comunicación de riesgos, en el diseño y aplicación de metodologías participativas para la gestión y la planeación, y en el desarrollo de proyectos colectivos para la atención de problemas prioritarios que afectan a las comunidades. Además, es necesario que se vaya conformando una visión de las agencias para contar con personal capacitado en el diseño de planes, políticas y programas de acción que consideren la necesidad de ir incorporando en su actuación valores como prevención, seguridad y bienestar, protección, salud y cooperación.
2. Cambio organizacional. En relación con las capacidades organizacionales es fundamental aplicar estrategias para adaptar las estructuras organizacionales a esquemas de toma de decisiones más horizontales y más abiertas que faciliten el trabajo en equipo y en redes intergubernamentales de cooperación. Una buena transversalidad en el trabajo gubernamental y una menor segmentación, puede ayudar a mejorar la operación de estrategias participativas y también puede sumar capacidades sociales a un proyecto específico vinculado a la atención de problemas concretos.
3. Reforma institucional. El cambio o la reforma institucional debe dirigirse a la definición y formalización de reglas dirigidas a posicionar a la comunicación de riesgos en la política ambiental como parte del avance de los esquemas administrativos democráticos, que respete el derecho de los ciudadanos a saber y a estar informados. Además, debe establecer incentivos para que las agencias gubernamentales trabajen en redes plurales de cooperación y que respeten los derechos de los ciudadanos de decidir con quién se asocian. Asimismo, es importante



avanzar en el diseño de reglas que constituyan incentivos reales para que la capacitación académica y técnica de los funcionarios medios y operativos de las agencias gubernamentales sea un beneficio real para los empleados gubernamentales y el desempeño de la gestión ambiental de las instituciones.

## Bibliografía

### Capítulo 1

- ADRIAANSE, A. (1992). *Environmental policy performance indicators. A study on the development of indicators for environmental policy in The Netherlands*. The Netherlands. La Haya: General of Environment of the Dutch Ministry of Housing.
- COMISIÓN ESTATAL DE ECOLOGÍA (1991). *Programa de control de la contaminación de la zona metropolitana de Guadalajara*. Comisión Estatal de Ecología, Gobierno de Jalisco y SEDUE Delegación Jalisco.
- CORVALÁN, C., D. BRIGGS y G. ZIELHUIS (2000). *Decision making in environmental health. from evidence to action*. Nueva York, EUA: E & FN SPON/ World Health Organization.
- CURIEL, A. y M. G. GARIBAY (2008). *Contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Guadalajara de impacto en la salud ambiental*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- CURIEL, A. y A. RAMOS (2003). "Indicadores de sustentabilidad forestal. Propuesta para Jalisco". *De Vinculación y Ciencia* 4 (11): 5-24.
- FUSCO, G. (2001). *Conceptual modelling of the interaction between transportation, land use and the environment as a tool for selecting sustainability indicators of urban morbidity*. 12th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography. Francia.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA Y SECRETARÍA DE SALUD (1997). *Programa para el mejoramiento de la calidad del aire en la zona metropolitana de*

- Guadalajara 1997-2001. Guadalajara, Jalisco, México: Instituto Nacional de Ecología, 219 p.
- HOLTZMAN, M., J. CUNNINGHAM, J. SHELLER y G. IRSIGLER (1979). "Effect of ozone on bronchial reactivity". *American Review Respiratory Disease* 120 (5): 1059-1067.
- JESINGHAUS, J. (1999). *A European system of environmental pressure indices. First volume of the environmental pressure indices handbook: the indicators. Introduction to the political and theoretical background*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Systems, Informatics and Safety (ISIS), Luxembourg, Report No: TP 361.
- MMA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1996). *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- MUNGUÍA, M. y J. PÉREZ (2003). "La contaminación atmosférica en el sur de la zona metropolitana del Valle de México". *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias* 6: 48-53.
- OCDE ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (1993). *OECD Core set of indicators for environmental performance reviews*. París: OECD. Environment Monographs 83.
- OMS ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1999). *Environmental health indicators: framework and methodologies*. Ginebra: OMS.
- OPS ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (2002). *La salud en las Américas*. Washington, D. C.: Organización Panamericana de la Salud.
- PANAMÁ, AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE (2000). Disponible en: [www.anam.gob.pz](http://www.anam.gob.pz). (A. N. Ambiente, Ed.) Recuperado el 28 de abril de 2006. Disponible en: [www.anam.gob.pa/informe\\_sobre\\_los\\_indicadores/informe\\_sobre\\_los\\_indicadores\\_am.htm](http://www.anam.gob.pa/informe_sobre_los_indicadores/informe_sobre_los_indicadores_am.htm)
- PRANCISKUS, J. y B. MARIJA (2007). "Quality factors of a residential environment in urban planning". *International Journal of Environment and Pollution* 30: 471-484.
- RAMÍREZ, M. y Pablo AGUILAR (1996). *Medición individualizada sobre exposición con dióxido de nitrógeno en cuatro ciudades de México durante 1996*.

- ROMIEU, I., F. MENESES, J. SIERRA, J. HUERTA, S. RUIZ VELASCO, M. WHITE y otros (1995). "Effects of urban air pollutants on emergency visits for childhood asthma in Mexico City". *American Journal of Epidemiology* 141 (6): 546-533.
- SCHÜTZ, G., S. HACON, H. SILVA, A. MORENO y K. NAGATANI (2008). "Principales marcos conceptuales aplicados para la evaluación de la salud ambiental mediante indicadores en América Latina y el Caribe". *Revista Panamericana de Salud Pública* 24 (4): 2762-85.
- WHO WORLD HEALTH ORGANIZATION (1997). *Health and environment in sustainable development-five years after the earth summit*. Geneva: WHO.

## Capítulo 2

- ALAVANJA, M., J. M. DOSEMECI, C. SAMANIC, J. LUBIN, C. LYNCH, C. KNOTT, J. BARKER, J. HOPPIN, D. SANDLER, J. COBLE, K. THOMAS y A. BLAIR (2004). "Pesticides and lung cancer risk in the agricultural health study cohort". *American Journal Epidemiology* 160 (9): 876-885.
- ALBERG, A. y J. SAMET (2003). "Epidemiology of lung cancer". *Chestjournal* 123 (1 suppl): 21S-49S.
- ARMSTRONG, B., E. HUTCHINSON, J. UNWIN y T. FLETCHER (2004). "Lung cancer risk after exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review and meta-analysis". *Environmental Health Perspectives* 112: 970-978.
- ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL (2004). "Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos". *Declaración de Helsinki*. Disponible en: [www.wma.net/s/policy/b3.htm](http://www.wma.net/s/policy/b3.htm)
- BALDI, I. y P. LEBAILLY (2007). "Cancer and pesticides". *La Revue du Praticien* 15: 57 (11 Suppl): 40-41.
- BALLESTER, F., M. TENÍAS y S. PÉREZ (1999). "Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud, una introducción". *Revista Española de Salud Pública* 73. Madrid: Scielo Public Health.

- BOFFETTA, P. (2006). "Human cancer from environmental pollutants: the epidemiological evidence". *Mutation Research. Elsevier* 608: 157-162. Disponible en: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- CAÑEDO, L. (1987). Investigación clínica. México: Interamericana.
- CELIS DE LA ROSA, A. (2004). *Bioestadísticas*. México: El Manual Moderno.
- CENTER FOR ENVIRONMENTAL ONCOLOGY (2006). University of Pittsburgh Cancer Institute "The Baker's Dozen 13 Superfoods to Prevent Cancer". Disponible en: [www.environmentaloncology.org](http://www.environmentaloncology.org).
- DAVYDOVA, V. (2004). "Microclima y situación ecológica de la zona metropolitana de Guadalajara". A. López Coronado y J. Guerrero Nuño, comps. *Ecología urbana en la zona metropolitana de Guadalajara*. México: Ágata y Universidad de Guadalajara.
- EDWARDS, R., T. PLESS MULLOLI, D. HOWEL, T. CHADWICK, R. BHOPAL, R. R HARRISON y H. GRIBBIN (2006). "Does living near heavy industry cause lung cancer in women? A case-control study using life grid interviews". *Thorax Journal* 1-8.
- FORASTIERE, F. (2004). "Fine particles and lung cancer". *Occupational and Environmental Medicine* 61: 797-798.
- GARCÍA, M., A. JEMAL, EM. WARD, MM. CENTER, Y. HAO, R. SIEGEL y M. THUN (2007). *Global cancer facts and figures 2007*. Atlanta, GA: American Cancer Society.
- GARSHICK, E., T. J. SMITH y F. LADEN (2002). "Quantitative assessment of lung cancer risk from diesel exhaust exposure in the US trucking industry: a feasibility study". *Diesel epidemiology working group. Research directions to improve estimates of human exposure and risk from diesel exhaust*. Boston, MA: Health Effects Institute.
- HERNÁNDEZ, M. (2007). "Diseño y análisis de estudio". *Epidemiología*. México: Instituto Nacional de Salud Pública/ Panamericana.
- KUNDI, M. (2006). "Causality and the interpretation of epidemiologic evidence". *Environmental Health Perspectives* 114: 969-974.
- KUNZLI, N. y I. TAGER (2005). "Air pollution: from lung to heart". *Swiss Medical Weekly* 135: 697-702.

- MEDINA, F. y M. SALAZAR (2000). "Frecuencia y patrón cambiante del cáncer pulmonar en México". *Salud Pública de México*. 42: 335-336. Scielo Public Health.
- NAFSTAD, P., L. HAHEIM, B. OFTEDAL, F. GRAM, I. HOLME, I. HJERMANN y P. LEREN (2003). "Lung cancer and air pollution: a 27 year follow up of 16 209 Norwegian men". *Thorax* 58: 1071-1076.
- NAWROT, T., K. Nackaerts, P. Hoet y B. Nemery (2007). "Lung cancer mortality and fine particulate air pollution in Europe". *International Journal of Cancer* 120: 1825-1826.
- PARKIN, D., F. BRAY, J. FERLAY y P. PISANI (2005). "Global cancer statistics". *CA Cancer Journal Clinics* 55: 74-108.
- SAMET, J. y A. COHEN (1999). "Air pollution and lung cancer". *Air pollution and health* 841-864. San Diego, CA.
- SORIANO, J., Y. GALÁN, P. LUACES J. MARTÍN, A. ARREBOLA y G. CARRILLO (1998). "Incidencia en cuba del cáncer en la tercera edad". *Revista Cubana de Oncología* 14 (2): 121-128.
- SSJ SECRETARÍA DE SALUD JALISCO (2005). "Cáncer de pulmón". *Registro estatal de cáncer*. Guadalajara, Jalisco.
- SSJ. *Registro estatal de cáncer de Jalisco*. Guadalajara, Jalisco. Disponible en: [ssj.jalisco.gob.mx/pdf/CancerBol\\_2005.pdf](http://ssj.jalisco.gob.mx/pdf/CancerBol_2005.pdf), 2006.
- TOVAR, V., F. LÓPEZ y N. RODRÍGUEZ (2005). "Tendencias de la mortalidad por cáncer pulmonar en México, 1980-2000". *Revista Panamericana de Salud Pública* 17 (4): 254-262.
- TOVAR, V., S. BARQUERA, y F. LÓPEZ (2002). "Tendencias de mortalidad por cánceres atribuibles al tabaco en México". *Salud Pública de México*, vol. 44, suppl.1. Cuernavaca.
- TIERNEY, M., J. MCPHEE y A. PAPADAKIS (2006). *Diagnóstico clínico y tratamiento*. El Manual Moderno, edición 41, p. 1436.
- VINEIS, P. et al. (2006). "Lung cancers attributable to environmental tobacco smoke and air pollution in non-smokers in different European countries". *Environmental Health Perspectives* 6: 7.
- VINZENTS, P., P. MOLLER, M. SORESENSEN, L. KNUDSEN, O. HERTEL, F. JENSEN, B. SCHIBYE y S. LOFT (2005). "Personal exposure to ultrafine particles

and oxidative DNA damage". *Environmental Health Perspectives* 113: 1485-1490.

WORLD CANCER RESEARCH FUND /AMERICAN INSTITUTE FOR CANCER RESEARCH (2007). "Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer: a global perspective". Washington, D. C.: AICR.

WYNGAARDEN, J. y L. SMITH (1997). *Cecil Tratado de Medicina Interna, Interamericana*. Madrid: McGraw-Hill, vol. 1, p. 506.

ZAMORA, S. (2007). "Micronutrientes en lucha por la salud". *Revista Chilena de Nutrición*, vol. 34, núm.1. Santiago. Disponible en: [www.scielo.cl/scielo.php](http://www.scielo.cl/scielo.php).

### Capítulo 3

CURIEL BALLESTEROS, A. et al. (1994). *Riesgo en la zona metropolitana de Guadalajara*. México: Universidad de Guadalajara, pp. 142-150.

DOMÍNGUEZ ARIAS, R. M. et al. (1998). *Manual de prácticas de microbiología*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales y Departamento de Biología Celular y Molecular, pp. 25, 30, 31.

GONZÁLEZ NÚÑEZ, R. (1997). *Contaminación del aire en Guadalajara*. Ponencia presentada en el tercer foro: Contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara, pp. 131-142.

HERNÁNDEZ MÉNDEZ, J. T. et al. (2003). *Bacteriológica médica diagnóstica*. 2a. edición. México: Instituto Politécnico Nacional/Editorial Cuéllar, pp. 130-143.

INEGI INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA (2005). Disponible en: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx), consultado en junio de 2006.

NAVA PALACIOS, A., H. GARCÍA S., L. LEAL LOZANO y J. M. SÁNCHEZ YÁNEZ (2006). *Microorganismos en la ciudad de Monterrey, N. L., México*. Disponible en: [www.monografias.com/trabajos32/microorganismos-ire-monterrey/microorganismo-aire-monterrey.shtml](http://www.monografias.com/trabajos32/microorganismos-ire-monterrey/microorganismo-aire-monterrey.shtml), consultado en junio de 2006.

ROSAS RAMÍREZ, A. (2003). *Evaluación ambiental del proceso de tratamiento de aguas residuales y los riesgos a la salud en la comunidad universitaria del CUCBA*. Tesis de maestría. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, pp. 35-42.

SALCEDO CAMPOS, E. (1997). *Purificador de aire "El Nazareno"*. Síntesis del octavo foro: Contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara, pp. 23-25.

SHINN, E. A, D. W. GRIFFIN y D. B. SEBA (2003). "Transporte atmosférico de las esporas del molde en nubes del polvo del desierto". *Archives of Environmental Health* 58 (8): 498. Washington.

SMCM SISTEMA DE MONITOREO DE LA CIUDAD DE MÉXICO (2005). Disponible en: [www.sma.df.gob.mx/simat/pnrama2.htm](http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnrama2.htm), consultado en junio de 2006.

### Capítulo 4

BOIRAL, O. (2002). "Percepción y representación de los riesgos de la contaminación atmosférica según el pensamiento holístico y el pensamiento analítico". *Desacatos* (19): 85-98.

COTHERN (1996) en G. Garibay (2001). *Valores y percepción de una comunidad universitaria hacia el riesgo ambiental local*. Tesis de doctorado en psicología de la salud. México: Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias de la Salud.

CORRAL, V. (2003). "Percepción de riesgos, conducta proambiental y variables demográficas en una comunidad de Sonora". *Región y Sociedad* 15 (26): 49-72.

DAVYDOVA, V. (2004). "Capítulo III: Ecología urbana en la zona metropolitana de Guadalajara". *Microclima y situación ecológica de la zona metropolitana de Guadalajara*. Guadalajara: Editorial Ágata.

FINUCAME, M. L., P. SLOVIC, C. K. MERTZ, J. FLYNN y S. WAKEFIELD (1999). "The power of perception: health risk attributed to air pollution in an urban industrial neighborhood." *Risk Analysis* 19, pp. 621-634.

- GARDNER, G. (1996) en A. Lammel (2005). "Percepción y representación de los riesgos de la contaminación atmosférica según el pensamiento holístico y el pensamiento analítico". *Desacatos* (19): 85-98.
- GARIBAY, G. (2008). *Miravalle: vulnerabilidad social y amenazas a la salud. Necesidad de una participación y solidaridad social comprometida*. Guadalajara, Jalisco, México.
- GARIBAY, G. (2008a). "La investigación en percepción del riesgo para una construcción de resiliencia social". A. Curiel, coord. *Investigación socioambiental. Paradigmas aplicados en salud ambiental y educación ambiental*. México: Universidad de Guadalajara.
- INEE INSTITUTO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN (30 de julio de 2000). *Promedio y distribución de escolaridad en entidades 2000*. Consultado el 30 de julio de 2008. Disponible en: [www.inee.edu.mx](http://www.inee.edu.mx)
- JAUREGUI y ROMALES (1996) en V. Davydova (2004). "Capítulo III: Ecología urbana en la zona metropolitana de Guadalajara". *Microclima y situación ecológica de la zona metropolitana de Guadalajara*. Guadalajara: Editorial Ágata.
- LAMMEL, A. (2005). "Percepción y representación de los riesgos de la contaminación atmosférica según el pensamiento holístico y el pensamiento analítico". *Desacatos* (19): 85-98.
- LEE, T. R. (1983) en A. PUY (2004). *Percepción social del riesgo. Dimensiones de evaluación y predicción*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid-Facultad de Psicología.
- PETERS, E. y P. SLOVIC (1996). "The role of affect and world-views as orienting dispositions in the perception and acceptance of nuclear power." *Journal of Applied Social Psychology* 26, pp. 1427-1453.
- POWELL, D. (1998). "An introduction to risk communication and the perception of risk". *Food Safety Network*.
- PUY, A. (1994). *Percepción social del riesgo. Dimensiones de evaluación y predicción*. Tesis doctoral. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid-Facultad de Psicología.

- SIMIONI, D. (2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- SEMADES SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE (2007). *Información ambiental específica/aire. Índice metropolitano de calidad del aire (IMECA)*. Recuperado el 30 de julio de 2007. Disponible en: [www.semades.jalisco.gob.mx](http://www.semades.jalisco.gob.mx)
- SCINCE SISTEMA PARA LA CONSULTA DE INFORMACIÓN CENSAL (2000). *XII Censo general de población y vivienda 2000*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [Recurso electrónico].
- WYNNE, B. (1989). "Frameworks of rationality in risk management: towards ube testing of naive sociology". J. R. Brown, comp. *Environmental threats: perception, analysis and management*. Londres: Belhaven.

## Capítulo 5

- ANGUERA, M. T. (1986). *Metodología cualitativa*. España: Ed. Educar.
- CONTAMINACIÓN INTERIOR, CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE. Libro electrónico. Disponible en: [www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/310ConIn.htm](http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/310ConIn.htm), consultado en agosto de 2006.
- DE LA HERNÁN, A., M. HASHIMOTO y E. MACHADO (2005). *Investigar en educación; fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas*. España: Editorial Dilex, S. L.
- FERNÁNDEZ PATIER, R. y F. BALLESTER DÍEZ (1999). *Objetivo 21, mejorar la calidad del aire*. Sevilla, España: Informe SESPAS.
- FIGUEROA MONTAÑO, A. (2005). *Investigación de los patrones meteorológicos y los patrones de contaminación atmosférica de la zona metropolitana de Guadalajara*. Tesis para obtener el título de doctor en ciencias de la tierra. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-CUCEI.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA Y SECRETARÍA DE SALUD JALISCO (1997). *Programa*

- para el mejoramiento de la calidad del aire en la zona metropolitana de Guadalajara 1997-2001. México: SEMARNAP/SSJ.
- GONZÁLEZ BECERRA, A. X. (2006). *Calidad bacteriológica en el aire del centro histórico de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México*. Tesis para obtener el título de licenciado en biología. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- INE INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (2005). *Diagnóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de Monterrey*. Disponible en: [www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/234/cap4.html](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/234/cap4.html), Delegación Coyoacán, México, D. F.
- JIMÉNEZ GONZÁLEZ, A. A. (2008). *Estrategias y participación interinstitucional en atención a la calidad del aire de la zona metropolitana de Guadalajara*. Protocolo de tesis de licenciatura en biología. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-CUCBA.
- KORC, M. E. (1999). *Monitoreo de la calidad del aire en América Latina*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana-Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Lima, Perú. Disponible en: [www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/monitlac/monitlac.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/monitlac/monitlac.pdf)
- LACY, R., M. LÓPEZ y J. A. ORTEGA (2000). *Conciencia ciudadana y contaminación atmosférica: estado de situación*. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: [www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/5776/lcr1987.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/5776/lcr1987.pdf)
- LÓPEZ CORONADO, G. A. y J. J. GUERRERO NUÑO (2004). *Ecología urbana en la zona metropolitana de Guadalajara*. México: Universidad de Guadalajara/Ágata, pp. 46-48.
- MEDIO AMBIENTE PARA LOS EUROPEOS (2005). *Contaminación atmosférica. Es hora de limpiar el aire*. Disponible en: [ec.europa.eu/environment/news/efe/20/article\\_2434\\_es.htm](http://ec.europa.eu/environment/news/efe/20/article_2434_es.htm)
- OROZCO, MEDINA, M. (2009). *Apuntes curriculares de la asignatura de procesos de contaminación y degradación ambiental*. Tesis de la

- maestría en ciencias de la salud ambiental. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- PACHECO OCHOA, C. E. (1996). "La contaminación del aire de la ciudad de México". *Arco Redes. Revista de Cultura Ecológica*, año 3, núm. 15. Disponible en: [www.laneta.apc.org/emis/docs/aire\\_df.htm](http://www.laneta.apc.org/emis/docs/aire_df.htm)
- REVUELTA DOMÍNGUEZ, F. y Ma. CRUZ SÁNCHEZ GÓMEZ. *Programas de análisis cualitativo para la investigación en espacios virtuales de información*. España: Universidad de Salamanca. Consultado en febrero de 2009 Disponible en: [www.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_04/n4\\_art\\_revuelta\\_sanchez.htm](http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_revuelta_sanchez.htm) webmrte@usal.es
- RIVERA, J. y A. GUERRY. "Propuesta de evaluación de impacto ambiental vial para la Ciudad de La Plata". *Facultad Regional La Plata*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Consultado en septiembre de 2006.
- SEMADES SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. *Incendio en el vertedero de Los Laureles genera contingencia atmosférica en Miravalle*. Consulta agosto de 2006. Disponible en: [semades.jalisco.gob.mx/site/boletines/comunicado08dos052006.htm](http://semades.jalisco.gob.mx/site/boletines/comunicado08dos052006.htm)
- SEMADES SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. *Plan de contingencia atmosférica*. Consultado en agosto de 2006. Disponible en: [semades.jalisco.gob.mx/site/contingencia/PdfDocumentos/Plan\\_Contingencia\\_Atmosferica.pdf#search=%22contingencia%20atmosferica%22](http://semades.jalisco.gob.mx/site/contingencia/PdfDocumentos/Plan_Contingencia_Atmosferica.pdf#search=%22contingencia%20atmosferica%22)
- SEMADES SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. *Plan de contingencia atmosférica*. Consultado en febrero de 2009. Disponible en: [semades.jalisco.gob.mx/contingencia/index.htm](http://semades.jalisco.gob.mx/contingencia/index.htm)
- SIMA SISTEMA INTEGRAL DE MONITOREO AMBIENTAL. *Índice Metropolitano de la Calidad del Aire IMECA*. Consultado en mayo de 2007. Disponible en: [www.nl.gob.mx/?P=med\\_amb\\_mej\\_amb\\_sima\\_imeca](http://www.nl.gob.mx/?P=med_amb_mej_amb_sima_imeca)
- SINAICA SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE. Consulta en abril de 2007, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, CP 09340, México, D. F. Última actua-

- lización el 15 de mayo de 2005. Disponible en: [sinaica.ine.gob.mx/red\\_guada.html](http://sinaica.ine.gob.mx/red_guada.html)
- VIAYRA RAMÍREZ, M. (2005). "Asfixia. Guadalajara incendio forestal en más de 1000 ha". *La Crónica de Hoy*. Disponible en: [www.cronica.com.mx/nota.php?id\\_nota=178639](http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=178639)
- WARK, F. y C. F. WARNER (1997). *Contaminación del aire, origen y control*. México: Limusa.
- YASSI, A., T. KJELLSTRÖM, T. DE KOK y T. GUIDOTTI (2002). *Salud ambiental básica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D. F.

## Capítulo 6

- ANDERSSON, K. y D. PACHECO (2005). "¿Cómo hacer funcionar la gestión descentralizada de los recursos naturales? El papel de la comunicación y la cooperación interorganizacional". *Gestión y política pública*. México: Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), vol. XIV, núm. 1, pp. 75-106.
- ARJONILLA, E. (1995) "Comunicación de riesgos en la protección civil". *Análisis y perspectivas de la protección civil en México*. Memorias del Primer Seminario Nacional de la Red Mexicana de Estudios Interdisciplinarios para la Prevención de Desastres, 11 y 12 de septiembre.
- BRUGUÉ, J. y R. GALLEGU (2001). "¿Una administración pública democrática?" Joan Font, coord. *Ciudadanos y decisiones públicas*. Barcelona: Ariel, pp. 43-58.
- CANO, F. (2004). "Semana nacional de neumología". *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias* 13 (3). México.
- COVELLO, V., D. MCCALLUM y M. PAVLOVA (1989). "Principles and guidelines for improving risk communication". Vicent Covello, David McCallum y María Pavlova eds. *Effective risk communication: the role and responsibility of government and non-government organization*. Nueva York: Plenum Press.

- COVELLO, V. (1998). "Comunicación de riesgos en situaciones de crisis y fuera de crisis. Herramientas y técnicas para una comunicación ambiental efectiva". Kolluru Rao, Bartell Steven, Pitblado Robin y Stricoff Scott. *Manual de evaluación y administración de riesgos*. México: McGrawHill.
- CURKEET, A. (1997). *Risk communication*. Introducción al compendio sobre comunicación de riesgos "Binder 1, 2 y 3", preparado por la Comisión de Cooperación Ambiental para el Instituto Nacional de Ecología, Canadá.
- CURIEL, A. (2007). "Riesgo de desastres agudos y crónicos en las ciudades". Guadalupe Garibay, Arturo Curiel, Martha Orozco y Gabriela Hernández. *Diez años de investigación en salud ambiental desde la Universidad de Guadalajara*. México: Universidad de Guadalajara.
- CURIEL, A. y G. GARIBAY (2008). *Contaminantes atmosféricos en la zona metropolitana de Guadalajara de impacto en la salud ambiental*. México: Universidad de Guadalajara-Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas.
- CURIEL, A. y G. GARIBAY (2007). *Desastres y tendencias en el siglo XXI*. Documento no publicado. Guadalajara: Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental-Universidad de Guadalajara.
- CURIEL, A., G. GARIBAY y V. HERNÁNDEZ (2007). "Partículas suspendidas en el aire de Guadalajara". *Ciencia* 58 (1). México: Academia Mexicana de Ciencias.
- CURIEL, A. et al. (1994). *Riesgos en la zona metropolitana de Guadalajara*. México: Universidad de Guadalajara.
- GARCÍA BÁTIZ, M. L. (2006). *Planeación participativa. La experiencia de la política ambiental en México*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara/Plaza y Valdés Editores.
- GARIBAY, G. (2009). "Riesgos en la zona metropolitana de Guadalajara. Limitantes para el desarrollo sustentable". *Estudios Jaliscienses* 75. México: El Colegio de Jalisco.
- GONZÁLEZ, E. (2003). *Los riesgos ambientales y la comunicación educativa: una alianza necesaria*. Ponencia presentada en el primer co-

- loquio sobre Percepción y comunicación de riesgos ambientales. México, D. F. del 2 al 4 de septiembre. Facultad de Psicología.
- HENAO, S. (2007). *Seminario de educación ambiental*. México: Publicaciones Cultural.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, G. (2008). *Percepción social del riesgo por contaminación del aire en Miravalle, zona metropolitana de Guadalajara*. Tesis de maestría. México: Universidad de Guadalajara.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (s. f.). *Comunicación de riesgos*. Consultado el 5 de febrero 2009. Disponible en: [www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/306/comuni.html](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/306/comuni.html)
- LUM M. R. y T. L. TINKER (1994). *A primer on health risk communication: principles and practices*. Atlanta: Department for Health and Human Services, Agency for toxic substances and diseases registry.
- MACIEL, R. (2001). "Los peligros geológicos y la sociedad". *De Vinci*, año 3, núm. 7. México: Universidad de Guadalajara.
- MCCALLUM, D. y S. SANTOS (1998). "Participación y persuasión: una perspectiva de comunicaciones sobre la administración de riesgos". Kolluru Rao, Bartell Steven, Pitblado, Robin, Stricoff Scott. *Manual de evaluación y administración de riesgos*. México: McGrawHill.
- MORENO, A. R. (1996). *Taller de comunicación de riesgos*. México: ECO/OPS.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1989). *Improving risk communication*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- PADILLA PARRA, G. (2009). *Comunicación de riesgos por contaminación del aire en Miravalle, zona metropolitana de Guadalajara*. Tesis de maestría. México: Universidad de Guadalajara.
- QUEROL, C. (2002). *Gobernanza para un desarrollo sostenible en Cataluña. Conceptos, requerimientos institucionales y elementos de análisis*. España: Institut Internacional de governabilitat de Catalunya.
- PINAL GÓMEZ, G. (2009). *Indicadores de salud ambiental en materia de calidad del aire para la zona metropolitana de Guadalajara*. Tesis de maestría. México: Universidad de Guadalajara.

- UNEP UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (1988). *Awareness and preparedness for emergencies at local level: A process for responding to technological accidents*. París: UNEP.
- UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN (2007). *Disaster profile for industrial accidents*. Brussels: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.
- VALDIVIA, L. (2005). "Las inundaciones en la zona metropolitana de Guadalajara". *Carta Económica Regional*, núm. 17. México: Universidad de Guadalajara.



*Aire y salud,*  
se terminó de imprimir en julio de 2009  
en los talleres de Editorial Pandora, S. A. de C. V.,  
Caña 3657, La Nogalera, 44470 Guadalajara, Jalisco.  
La edición consta de 1 250 ejemplares.





Miembro de la



Universidad de Guadalajara  
Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas  
Cuerpo Académico Salud Ambiental y Desarrollo Sustentable

Con el apoyo del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional  
para la Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública