

# Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México y sus efectos en la salud

aplicación móvil “Aire Escuelas” como propuesta para mejorar el sistema de  
información y comunicación en escuelas primarias de la Ciudad de México



## **Presentan**

Cecilia Rivera Hidalgo

Flor Sánchez Rojas

Miguel Angel Andrade Robles

## **Asesores**

Mtro. David Hernández Méndez

Dr. Marcelo Olivera Villarroel

Mtro. Otoniel Manuel Ortiz Ruiz

Ciudad de México, 2016

# Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México y sus efectos en la salud aplicación móvil “Aire Escuelas” como propuesta para mejorar el sistema de información y comunicación en escuelas primarias de la Ciudad de México

**Idónea comunicación de resultados que para obtener el grado de:**  
Maestro en Diseño, Información y Comunicación

**Presentan:**

Cecilia Rivera Hidalgo  
Flor Sánchez Rojas  
Miguel Angel Andrade Robles

**Asesores:**

Mtro. David Hernández Méndez  
Dr. Marcelo Olivera Villarroel  
Mtro. Otoniel Manuel Ortiz Ruiz

**Lectores:**

Interno: Dr. Diego Méndez Granados  
Externo: Mtro. Fabián Carvallo Vargas



## Agradecimientos

Agradecemos a nuestros asesores: al Dr. Marcelo Olivera por permanecer durante todo el proceso, apoyarnos con sus asesorías y ayudarnos a comprender más a fondo el tema; al Mtro. Otoniel Ortiz y al Mtro. David Hernández por involucrarse en el proyecto.

Gracias a los profesores que en algún momento nos ayudaron y se interesaron por el proyecto: Mtra. Nora Morales, Dr. Erick López, Dra. Rocío Abascal. A todos los que contribuyeron a nuestra formación durante el posgrado y a los miembros del comité de la Maestría en Diseño, Información y Comunicación.

Agradecemos a quienes nos apoyaron en la investigación o resolvieron alguna duda: al Lic. Zepeda y a Nora, encargados del área agropecuaria en la delegación Cuajimalpa; a la Dra. Minerva Catalán-Vázquez del INSP, por su orientación al inicio del proyecto; a los directores y profesores de los planteles visitados y al químico Armando Retama, Director de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA.

# Índice

Introducción	9
Justificación	11

## Capítulo 1

Contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México y sus efectos en la salud. Planteamiento de la investigación

1.1 Contaminación atmosférica en la ZMVM	18
1.2 La contaminación y sus efectos en la salud	21
1.3 Estructura del sistema actual de monitoreo atmosférico	24
1.4 Planteamiento de la investigación	26
1.4.1 Planteamiento del problema	26
1.4.2 Hipótesis	26
1.4.3 Objetivo general	26
1.4.4 Objetivos específicos	27

## Capítulo 2

Estrategia de comunicación, Diseño de Información y Sistemas para la Interacción

2.1 Estrategia de comunicación	30
2.1.1. Comunicación para el cambio social	30
2.2 Diseño de información	32
2.2.1. Redefinición del diseño	32
2.2.2. Diseño de información, el arte de estructurar	33
2.3 Sistemas para la interacción	37
2.3.1 ¿Qué es un sistema?	37
2.3.2 Tecnologías de información y comunicación (TIC)	40
2.3.3 Redes e Internet	41

## Capítulo 3

### Metodología

3.1. Metodología de la Investigación	44
3.1.1 Descripción de los participantes	44
3.1.2 Método de muestreo	44
3.1.3 Instrumentos	45
3.1.4 La técnica y su aplicación	45
3.1.5 Datos obtenidos	45
3.2. Metodología <i>Rapid Application Development</i> (RAD)	57

## Capítulo 4

### Definición de la propuesta

4.1. Discusión de acuerdo con el pensamiento interdisciplinario	60
4.2. Sistema propuesto: aplicación móvil	
“Aire escuelas”(desarrollo de un prototipo)	61
4.3. Actores o participantes y usuarios	65

## Capítulo 5

### Prototipo “Aire Escuelas”: Metodología RAD

5.1. Modelado de gestión	68
5.2. Modelado de datos	70
5.3. Modelado del proceso	70
5.4. Generación de aplicaciones	73
5.4.1. Diseño del prototipo	73
5.4.2. Construcción del prototipo	83
5.5. Pruebas y entrega	84
5.5.1. Pruebas de usabilidad	84
5.5.2. Pruebas de funcionalidad	86
5.5.3. Pruebas de requerimientos	87

## Capítulo 6

Conclusiones e investigación futura	90
-------------------------------------	----

### ANEXOS

#### Anexo A

##### Información complementaria de la investigación

A-1 Observación cualitativa en escuelas primarias	96
A-2 Imágenes de las escuelas	100
A-3 Datos numéricos complementarios de las entrevistas	102

#### Anexo B

##### Información complementaria del prototipo

B-1 Estado del arte	109
B-2 Diagramas del prototipo (aplicación móvil)	128
B-3 Diseño del prototipo	136
B-4 Pruebas y resultados para el desarrollo del software (Usabilidad, funcionalidad y requerimientos)	137

Bibliografía	145
--------------	-----

Glosario	155
----------	-----





## Introducción

La contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es provocada por diversos factores, entre ellos: contaminantes que se emiten a la atmósfera, condiciones fisiográficas de la zona, incremento demográfico. Así pues, dicho fenómeno implica un problema latente, principalmente, en la salud de la población. Por ello es importante que se tomen medidas para reducir la contaminación atmosférica y aminorar riesgos.

Desde principios de los años noventa se han implementado diversos programas gubernamentales con el objetivo de disminuir la emisión de contaminantes en la zona. A pesar de ello y principalmente por el origen multifactorial de la contaminación, el riesgo de sobrepasar las normas establecidas<sup>1</sup> sigue estando presente. Por ejemplo, en marzo del presente año (2016) se activó la Fase 1 de contingencia ambiental, evento que no ocurría desde el año 2002.

Con respecto a los efectos en la salud de la población ocasionados por la contaminación, diversos estudios (Calderón-Garcidueñas, 2014; Sunyer, J., Esnaola, M., Alvarez-Pedrerol, et al., 2015, entre otros), como el llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Montana o el estudio parte del proyecto Breathe<sup>2</sup>, han demostrado los efectos dañinos de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población, en especial con menores de edad.

---

1 Las normas de calidad del aire establecen las concentraciones máximas de contaminantes en el ambiente que no debieran ser excedidas con determinada frecuencia, a fin de garantizar la protección de la salud de la población. En México se norman los siguientes contaminantes atmosféricos:

Ozono (SO<sub>2</sub>): NOM-020, Monóxido de carbono (CO): NOM-021, Bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): NOM-022, Bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>): NOM-023, Partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y Pm2.5): NOM-025 y Plomo (Pb): NOM-026. (INECC, 2009)

2 El estudio *La contaminación del aire y los niños: los anticuerpos de unión neuronales y metales de combustión, el papel de la rotura de la barrera y la inmunidad del cerebro en la neurodegeneración* fue llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Montana y el estudio *Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study* se realizó en la ciudad de Barcelona.

El riesgo de exponerlos a altos índices de contaminación ha sido estudiado en diversas ciudades del mundo. Incluso se ha encontrado una relación directa entre el desarrollo cognitivo de los niños en edad escolar y la contaminación atmosférica (Sunyer, J., *et al.*, 2015). Por tal razón es primordial llevar a cabo acciones que garanticen la protección de los menores.

En México, el personal directivo, profesores y autoridades del sector educativo tienen la responsabilidad de tomar las medidas necesarias que garanticen la integridad física, psicosocial y social de los alumnos durante su permanencia en los planteles (SEP, 2015). Por lo tanto, en caso de que los índices de contaminación atmosférica sean altos, el personal de las escuelas debe llevar a cabo acciones para evitar la exposición de los niños al aire contaminado.

En el presente trabajo se llevó a cabo una investigación cualitativa en escuelas primarias de la Ciudad de México. El estudio tuvo como objetivo identificar fallas de comunicación entre organismos encargados del monitoreo atmosférico y dichas escuelas, además de posibles necesidades que pudieran ser resueltas con el desarrollo de una propuesta de carácter interdisciplinario, que involucre los sistemas interactivos, diseño de información y estrategias de comunicación.

El documento está dividido en seis capítulos: en el primero, se presenta la problemática de la contaminación del aire, sus efectos en la salud, la estructura del sistema actual de monitoreo atmosférico, así como el planteamiento del problema y objetivos del estudio cualitativo; en el segundo capítulo, se expone una serie de definiciones relacionadas a cada una de las disciplinas de la maestría y que hacen alusión a la propuesta que se expone más adelante; en el tercero, se presenta la metodología de la investigación cualitativa y la metodología para el desarrollo de la propuesta; en el cuarto apartado, se muestran los resultados de la investigación cualitativa y la definición de la propuesta; en el quinto, se muestra el desarrollo de la propuesta; finalmente, en el capítulo 6, se habla de las conclusiones y recomendaciones para la investigación futura.

## Justificación

De acuerdo con publicaciones y bases de datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Valle de México, en un promedio anual ha superado los 50 micrómetros por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de la norma mexicana (NOM-025) para la calidad del aire. En un estudio publicado por la OMS en el 2014, de 1 600 áreas urbanas analizadas, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es una de las más contaminadas por  $\text{PM}_{10}$  (partículas menores a 10 micrómetros o micras). (OMS, 2014)

De hecho, el 25 de diciembre de 2015 se activó la Fase de Precontingencia Ambiental en la ZMVM debido a que los índices de  $\text{PM}_{10}$  rebasaron los 150 puntos IMECA<sup>3</sup>. En el reporte emitido por la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), se dijo que:

...debido a la quema de juegos de pirotecnia en la zona conurbada del Estado de México durante la celebraciones de anoche (24 de diciembre) y las emisiones del incendio registrado en San Simón Tolnáhuac en el centro de la ciudad, se generaron altas concentraciones de partículas menores a 10 micrómetros ( $\text{PM}_{10}$ ) aunado a un sistema de alta presión que favorece estabilidad atmosférica, viento débil y escasa dispersión de la contaminación (Aristegui Noticias, 2015)

En conclusión, la contaminación atmosférica es consecuencia de múltiples factores: cantidad de emisiones contaminantes (incrementada por prácticas humanas que aumentan la quema de combustibles fósiles), condiciones fisiográficas y meteorológicas de la zona, que provocan una mínima dispersión de los contaminantes.

---

3 IMECA (Índice Metropolitano de Calidad del Aire) es una herramienta analítica desarrollada para informar sobre los niveles de contaminación de manera fácil y oportuna a la población, de tal forma que funcione como un indicador de las medidas precautorias que se deben tomar ante una contingencia atmosférica. Se calcula para los principales contaminantes de la zona. Se divide en cinco categorías: buena, regular, mala, muy mala y extremadamente mala. (SEMARNAT, 2016 y SEDEMA, 2016)

Los doctores Ricardo Torres y Agustín García, del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, refieren que uno de los factores que han contribuido al aumento de emisiones son las modificaciones al Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México (Irabien, 2016). Este nuevo reglamento entró en vigor el 15 de diciembre del 2015 y estableció la velocidad máxima en diversas zonas de la ciudad en 50 kilómetros por hora. Además eliminó la vuelta continua a la derecha. Aunado a dichos cambios, hubo un incremento de autos en circulación a partir de la eliminación de restricciones al programa Hoy no Circula (Irabien, 2016), modificado en julio del 2015<sup>4</sup>.

De acuerdo con el coordinador Ejecutivo de la CAME, Martín Gutiérrez Lacayo, «el 76 por ciento de los vehículos que tenían holograma uno migraron al cero, es decir, se sumaron 616 mil 506 vehículos más a la circulación diaria. En total, agregó, en toda la megalópolis pueden circular diario 1.8 millones de vehículos.» (El Financiero, 2016) Por tal razón se registró un incremento en el congestionamiento vial en la zona.

De hecho, la Ciudad de México se colocó en el primer lugar del más reciente informe del índice TomTom «los conductores de la capital mexicana suelen pasar un promedio de 59 por ciento del tiempo de viaje adicionales retenidos en atascos de tráfico durante cualquier momento del día y a cualquier hora, y hasta 103 por ciento en los periodos de hora punta» (El Financiero, 2016). Dicho índice, emitido por la compañía holandesa TomTom International, ofrece a los conductores información detallada sobre el impacto que la congestión tiene en los tiempos de viaje de su ciudad y registra los niveles de congestión en 295 ciudades de 38 países.

Además, con el primer día de marzo se inició oficialmente la temporada de ozono en la Ciudad de México (SEDEMA, 2016), lo que implica un aumento en la probabilidad de registrar altos índices de contaminantes en la zona. El 14 de marzo de 2016, y después de 14 años, la CAME decretó la Fase 1 de Contingencia Ambiental por ozono, pues la estación de Cuajimalpa reportó 203 puntos IMECA (Aristegui Noticias, 2016). Por tal razón, las autoridades se dieron a la tarea de adecuar el programa Hoy no circula e implementar diversas medidas para reducir emisiones.

---

4 En julio del 2015 se modificó el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria y se estableció que cualquier vehículo automotor registrado en el Distrito Federal puede acceder al holograma 0, sin importar su año-modelo, siempre y cuando aprueben el proceso de revisión de humo, revisión visual de componentes vehiculares, así como presentar niveles de emisión iguales o menores a lo establecido.

A partir del 4 de abril y hasta el 30 de junio se implementó el programa temporal del Hoy no circula. Con ello, se redujo el índice IMECA para decretar contingencia ambiental. A pesar de ello, se activó la Fase 1 de Contingencia el 5 de abril, el 2, 14, 20, 24, 27 y 31 de mayo. De enero a mayo de 2016, se han presentado 3 precontingencias ambientales (el 19 y 21 de febrero y el 12 de marzo) y 8 contingencias ambientales. Esto demuestra que, además de continuar con los programas vigentes, es necesario implementar nuevas estrategias y buscar soluciones alternativas para afrontar la problemática.

Una de las principales consecuencias de la mala calidad del aire es el daño a la salud de la población. Según la OMS, «la contaminación atmosférica provoca al año 3.7 millones de defunciones prematuras en zonas rurales y urbanas de todo el mundo, de esas defunciones prematuras el 88% se producen en países de ingresos bajos y medianos» (2014). Igualmente señala que las muertes prematuras a causa de la contaminación atmosférica están relacionadas a cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, neumopatía obstructiva crónica o infección aguda de las vías respiratorias inferiores, cáncer de pulmón y, también, se ha relacionado con cáncer en las vías urinarias, entre otros.

En el Programa para mejorar la calidad del aire de la ZMVM (PROAIRE 2011-2020), se estima que en México, la contaminación del aire causó 14 700 muertes prematuras en el 2008 (OMS, 2014). «En este panorama, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) estima que si se reducen las concentraciones de  $PM_{10}$  de  $50\mu g/m^3$  a  $20\mu g/m^3$  de acuerdo con las directrices mundiales de calidad del aire, entonces se podrían evitar entre 6 500 y 14 300 muertes prematuras en nuestro país» (CEMDA, 2013:7).

Diversos estudios (Cesar, et al., 2002; Riojas-Rodríguez, et al., 2006; Kampa & Castanas, 2008; Samet & Krewski, 2007) muestran que los daños a la salud a causa de la contaminación pueden ser por exposición o vulnerabilidad<sup>5</sup>. Los sectores más afectados son los niños, adultos mayores y mujeres embarazadas. Algunas consecuencias para la población generadas por este problema son

---

5 Los contaminantes del aire tienen distinto potencial para producir daños sobre la salud humana, dependiendo del tipo de contaminante, de las propiedades físicas y químicas de sus componentes, la frecuencia, duración de exposición y su concentración, entre otros factores. De manera genérica se establece que la capacidad de un contaminante para producir un efecto en la salud depende fundamentalmente de dos factores: 1) la magnitud de la exposición y 2) la vulnerabilidad de las personas expuestas. (SEMARNAT, 2011. PROAIRE 2011-2020:14).

- mayor inversión de los gobiernos para la salud pública, inversión que podría destinarse a otros problemas sociales.
- mayores costos privados (dinero que gastan las personas al acudir a consultas y pagar medicamentos).
- mayor ausentismo laboral por enfermedades respiratorias, así como disminución de productividad.
- costos sociales por la pérdida de vidas humanas que aportan a la sociedad y costos psicológicos de familiares y amigos.
- mayor ausentismo de niños en las escuelas por enfermedades.

En 2005 se evitaron 1 928 muertes en la ZMVM, si se cumpliera la norma mexicana de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , entonces se evitarían alrededor de 400 muertes en el corto plazo. Ahora bien, si se cumpliera la norma europea 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , entonces se evitarían alrededor de 1 000 muertes. Y si se cumpliera la norma recomendada por la OMS, se evitarían alrededor de 2 300 muertes en el corto plazo (SEMARNAT, 2011:19). De igual forma, se determina que los adultos mayores y los niños forman parte de la población más afectada en cuestiones de salud por la contaminación atmosférica de la ZMVM.

En relación con este tema, en diversos países se han llevado a cabo estudios para evaluar los efectos dañinos en la salud de los niños por exposición a contaminación atmosférica. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Montana (Calderón-Garcidueñas, 2014), revela que las personas tienen un riesgo mayor de inflamación del cerebro y de cambios neurodegenerativos, incluyendo la enfermedad de Alzheimer y la de Parkinson, si están expuestas desde su niñez y durante buena parte de su vida a altas concentraciones de sustancias contaminantes del aire.

En dicho estudio se compararon 58 muestras de fluido cerebroespinal de un grupo de personas que viven en una ciudad con niveles bajos de contaminación, contra los de 81 niños de la Ciudad de México. La investigadora a cargo refiere que «cuando un niño está expuesto a contaminantes ambientales, incluyendo partículas, ozono, humo del tabaco, etc. las barreras epiteliales del aparato respiratorio alto (nariz, laringe) y bajo (pulmones) se dañan y como resultado, da inicio a una reacción inflamatoria primero local, la cual después se extiende al organismo a través de la producción de potentes proteínas llamadas citocinas que son pro-inflamatorias» (Calderón-Garcidueñas, 2014).

De acuerdo con la investigadora «en niños clínicamente sanos y en adolescentes estamos viendo desde el punto de vista clínico deficiencias olfatorias (que se describen tempranamente en pacientes que más tarde desarrollarán Alzheimer y Parkinson), alteraciones metabólicas cerebrales y sobre todo alteraciones cognitivas, incluyendo problemas de memoria. Los padres se quejan de falta de atención de los chicos, igual que los maestros y esto tiene repercusiones serias desde el punto de vista educativo» (Calderón-Garcidueñas, 2014)

En la ciudad de Barcelona, se realizó un estudio como parte del proyecto Breathe, financiado por la Comisión Europea. En éste se encontró que la contaminación atmosférica afecta el desarrollo de la memoria de los niños<sup>6</sup>. El estudio se llevó a cabo en 39 escuelas con diversos índices de exposición a la contaminación atmosférica.

De enero de 2012 a marzo de 2013, se sometieron a los alumnos barceloneses (un total de 2715 de entre 7 y 10 años) a pruebas trimestrales en las que se medía su memoria

---

6 “La gente tiene que saber que la contaminación debida al tráfico es perjudicial para la salud y este estudio abunda en ello mostrando los efectos en los niños y en algo tanpreciado como su aprendizaje”, resume el médico Jordi Sunyer, coordinador del estudio y miembro del Consorcio de Investigación Biomédica de Epidemiología y Salud Pública (Ciberesp). Los resultados del estudio, resalta, “son totalmente extrapolables a otras ciudades”. (Domínguez, 2015).

de trabajo, su capacidad de atención y otros indicadores del desarrollo cognitivo. El estudio mostró que los alumnos de colegios con mayor contaminación en sus aulas y patios tienen un desarrollo más lento de la memoria que los que estudian en colegios más alejados del tráfico y cuyo aire está más limpio (Sunyer, J., Esnaola, M., Alvarez-Pedrerol, et al., 2015). Estos estudios han aportado importantes datos sobre el riesgo que corren los niños en ciudades con altos índices de contaminación atmosférica, por lo que proteger su salud es tema fundamental en las políticas públicas.

En México, el sector educativo ha puesto énfasis en garantizar el bienestar de los niños. De acuerdo con la Guía Operativa para la Organización y Funcionamiento de los Servicios de Educación Inicial, Básica, Especial y para Adultos de Escuelas Públicas en el Distrito Federal, «es responsabilidad del personal directivo, del colectivo docente y de la autoridad inmediata superior, tomar las medidas que aseguren al alumnado la protección y el cuidado necesario para preservar su integridad física, psicológica y social, durante su permanencia en el plantel y conforme al horario escolar» (SEP, 2015:15)

Además, de acuerdo con el apartado 298 de la misma Guía, se apunta el fomento de «acciones en favor de la promoción, difusión y participación de la comunidad escolar de ambientes y entornos escolares saludables y seguros, tanto en el centro escolar como en el hogar, a través de actividades preventivas y de atención, así como los elementos de información que les permitan tener comportamientos de cuidado personal y un estilo de vida saludable» (SEP, 2015:81). En efecto, parte de las obligaciones de las instituciones educativas es la promoción de actividades (talleres, exposiciones, visitas a museos) para que los niños se involucren y conozcan más sobre temas ambientales y de prevención.

Una de las estrategias que tanto las autoridades del sector educativo como la SEDEMA llevan a cabo para proteger la salud de los niños es alertar a la población de las escuelas en caso de precontingencia o contingencia ambiental, pero a la fecha no se han encontrado estudios de cómo se transmite la información y qué tan efectiva es.

La presente investigación se enfoca en este punto: se espera entender cómo es la información que tienen y reciben los tomadores de decisiones de escuelas primarias de la Ciudad de México, así como las medidas que toman respecto a este tema, con el fin de contribuir a la sociedad mediante la elaboración de una propuesta para proteger la salud de los niños.



# Capítulo 1

---

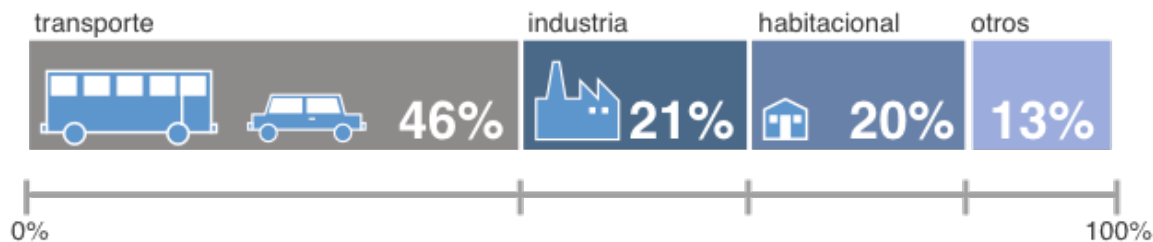
Contaminación atmosférica en la ZMVM y sus efectos en la salud

Planteamiento de la investigación

## 1. 1 Contaminación atmosférica en la ZMVM

Para efectos de la presente investigación se entenderá la contaminación atmosférica como «la presencia en el aire de materia o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas o bienes de cualquier naturaleza» (Martínez & Díaz, 2004)<sup>7</sup>.

La calidad del aire es el resultado de fenómenos complejos: las características fisiográficas de la zona, la cantidad de contaminantes emitidos y la actividad meteorológica (SEMARNAT, 2011). Aunado a estos fenómenos complejos, también está: la combustión proveniente de los hogares, los vehículos de motor de combustión y las instalaciones industriales. De igual forma, los incendios forestales son fuentes comunes de contaminación del aire.



Gráfica 1: Emisores de contaminantes en la ZMVM.  
Elaboración propia basada en esquemas de la SEDEMA

<sup>7</sup> «La composición de la atmósfera se ve alterada, pues, con la presencia de toda esta serie de productos (gaseosos y sólidos), debidos a la actividad humana en general y originados concretamente por las combustiones urbanas e industriales, como las de vehículos de motor, de las calefacciones, de la producción de energía, de las refinerías etc.» (Moreno, 2010).

De los contaminantes presentes en la ZMVM, los que mayor efecto tienen sobre la salud de la población son el ozono y las partículas suspendidas menores a diez micrómetros ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ). Las  $PM_{10}$  son emitidas por fuentes diversas entre las que destacan: la industria y el transporte, el suelo erosionado, la generación de energía eléctrica, las vialidades sin pavimentar (PROAIRE 2011:64).

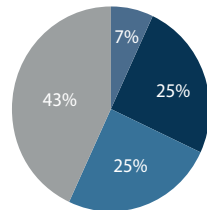
Las partículas suspendidas son una compleja combinación de múltiples materiales sólidos o líquidos suspendidos en el aire. Estas varían sus características (tamaño, forma y composición) de acuerdo con su origen. El tamaño determina en gran medida el tiempo en que éstas permanecen en suspensión: las más grandes se sedimentan rápidamente, mientras que las más pequeñas pueden permanecer en suspensión durante horas o hasta días. (PROAIRE, 2011:63)

La meteorología del Valle de México determina en gran medida el incremento de partículas. Por ejemplo, en días de viento intenso, la re-suspensión del polvo del suelo acentúa las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores a  $10\ \mu m$  ( $PM_{10}$ ) (PROAIRE, 2011:63). Las partículas, cuyo diámetro es menor o igual a 10 micrómetros, son especialmente dañinas para la salud de la población. Es decir, mientras menor sea su tamaño, mayor será el daño, pues tienen la capacidad de ingresar al sistema respiratorio del ser humano.

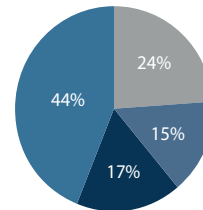
El ozono es un contaminante secundario producto de la reacción fotoquímica entre los compuestos orgánicos volátiles y los óxidos de nitrógeno emitidos principalmente por los vehículos. Durante los primeros años de la década de los noventa, los niveles de ozono alcanzaron los máximos históricos en la ZMVM y registraron concentraciones de hasta cuatro veces el valor de la norma de 0.110 ppm. (PROAIRE, 2011)

### Fuentes de emisión de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

Partículas menores a 10 micrómetros PM<sub>10</sub>



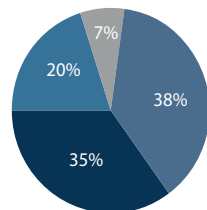
Partículas menores a 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub>



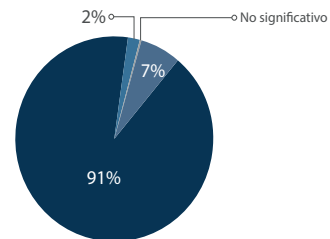
**Transporte**  
**Industria**  
**Residencial, comercial y servicios**  
**Otros**

### Fuentes de emisión de precursores de ozono

Compuestos Orgánicos Volátiles- COV



Óxidos de nitrógeno-NO<sub>x</sub>



**Transporte**  
**Industria**  
**Residencial, comercial y servicios**  
**Otros**

Gráficas 2 y 3: Fuentes de emisión de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> y de precursores de ozono  
Basadas en gráficas de la SEDEMA

Durante la década de los ochenta y principios de los noventa, en la ZMVM se presentaron niveles alarmantes de contaminación atmosférica. Desde ese momento, se establecieron diversos programas gubernamentales y legislaciones como el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (PICCA) o los Programas para mejorar la calidad del aire (PROAIRE) y el "Hoy no circula", entre otros reglamentos. Actualmente está vigente y se aplica el PROAIRE 2010-2020 y continúa el "Hoy no circula".

## 1.2 La contaminación y sus efectos en la salud

De acuerdo con la OMS, los efectos dañinos de la contaminación atmosférica pueden darse por:

- exposición, depende del tiempo de exposición y frecuencia;
- vulnerabilidad de las personas expuestas, depende de factores como genética, etnia, edad, entre otros.

La exposición a la contaminación se divide en dos tipos:

- La exposición aguda incluye un aumento en el número de defunciones y visitas hospitalarias y de urgencias por problemas respiratorios y cardiovasculares. «La exposición aguda se relaciona con enfermedades de vías respiratorias superiores e inferiores; bronquitis, neumonía y tos, entre otras» (PROAIRE, 2011:15).
- La exposición crónica implica contaminantes bajos en largos periodos, «existen informes del incremento de la mortalidad en relación con exposición crónica, aunque en la mayoría de los casos se trata de adultos con problemas respiratorios y cardiovasculares degenerativos» (PROAIRE, 2011:15).

Estudios incluidos en el programa PROAIRE 2011-2020 demuestran que tanto la exposición aguda como crónica a la contaminación atmosférica se asocia con el «incremento de la mortalidad y morbilidad con diferentes causas: por problemas cardiovasculares y respiratorios» (2011:15). La exposición aguda y crónica se relaciona también con afectaciones al sistema reproductivo, neurológico y con algunos tipos de cáncer.






Exposiciones a la contaminación del aire durante el embarazo y durante los periodos tempranos de la vida se han asociado con el «nacimiento prematuro, retraso en el crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer, síndrome de muerte temprana y mortalidad infantil» (2011:15).

De acuerdo con estudios sobre la calidad del aire (Levy, Chemerynski, & Sarnat, 2005; Kampa & Castanas, 2008; Riojas-Rodríguez, et al., 2006), los efectos en la salud son provocados por diversos contaminantes:




- **Partículas de Materia (PM)** están en suspensión en el aire. La sal marina, el carbón negro, el polvo y las partículas condensadas de determinadas sustancias químicas pueden clasificarse como PM contaminantes.

- **Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>)** se forma por reacciones químicas (desencadenadas por la luz del sol) en las que intervienen contaminantes emitidos a la atmósfera, por ejemplo por el transporte, la extracción de gas natural, los vertederos y las sustancias químicas de uso doméstico.
- **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)** se forma principalmente en procesos de combustión como los que tienen lugar en los motores de los automóviles y en las centrales eléctricas.
- **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)** es emitido por el consumo de combustibles que contienen azufre, en sistemas de calefacción, en procesos de generación de energía y en el transporte. También los volcanes emiten SO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- **Benzopireno (BaP)** tiene su origen en la combustión incompleta de los combustibles. Sus principales fuentes son la combustión de madera y residuos, la producción de coque y acero, y los motores de los automóviles.



### PM (partículas de materia)

-  Afecta al sistema nervioso central.
-  Irritación de ojos, nariz y garganta.  
Problemas respiratorios.  
Asma.
-  Enfermedades cardiovasculares.
-  Reducción de la función pulmonar.  
Afecta el sistema respiratorio.  
Enfermedades pulmonares obstructivas.  
Cancer de pulmón.
-  Afecta el sistema reproductivo.



### SO<sub>2</sub> (Dióxido de Azufre)

-  Dolor de cabeza.
-  Problemas respiratorios.  
Irritación de ojos, nariz y garganta.  
Ansiedad.
-  Enfermedades cardiovasculares.



### BaP (Benzopireno)

-  Irritación de ojos, nariz y garganta.  
Problemas respiratorios.  
Afecta el sistema respiratorio; irritación,  
inflamación e infecciones.  
Asma.
-  Reducción de la función pulmonar.  
Enfermedades pulmonares obstructivas.

### NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno)

-  Irritación de ojos, nariz y garganta.  
Problemas respiratorios.
-  Afecta el hígado, bazo y la sangre.

### O<sub>3</sub> (Ozono troposférico)

-  Irritación de ojos, nariz y garganta.  
Problemas respiratorios.
-  Enfermedades cardiovasculares.

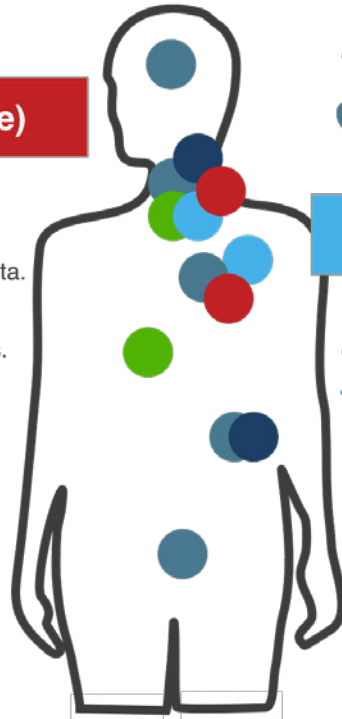
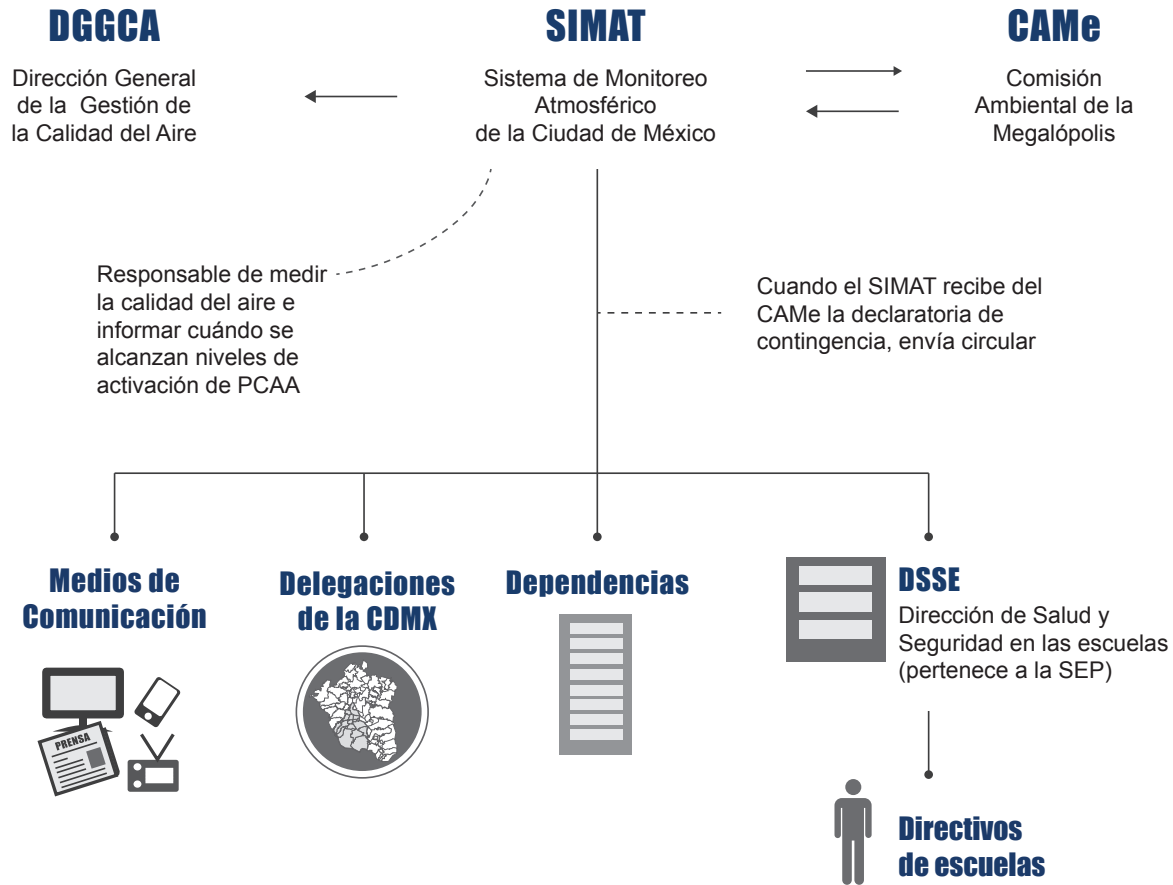


Gráfico 1: Afectaciones más comunes de acuerdo con los diversos tipos de contaminantes. Elaboración propia

### 1.3 Estructura del sistema actual de monitoreo atmosférico

A continuación se muestra un diagrama donde se puede observar la manera en que se transmite la información a las escuelas, de acuerdo con información proporcionada por la SEDEMA.



Esquema 1: Transmisión de la información desde los organismos encargados del monitoreo atmosférico hacia las escuelas.  
Elaboración propia realizada con información proporcionada por la SEDEMA



De acuerdo con la SEDEMA, el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) es responsable de medir la calidad del aire e informar el momento en el que es necesaria la activación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA). Al primero que le informa es a la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), órgano coordinador responsable de la planeación y ejecución de acciones en materia de protección al ambiente en la zona de la Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala. El CAME es quien determina y hace la declaratoria de contingencia.

Este órgano envía la información al SIMAT. Una vez que el SIMAT recibe la declaratoria, la envía a través de una circular a los medios de comunicación, delegaciones de la Ciudad de México y dependencias que participan en la vigilancia y cumplimiento de medidas. El SIMAT informa también a la Dirección de Salud y Seguridad en las Escuelas, que pertenece a la Secretaría de Educación Pública (SEP) y es, también, el encargado de notificar a los directores o encargados de las escuelas a quienes se les informa mediante el correo electrónico.

## 1.4 Planteamiento de la investigación

Para la construcción de nuestro problema de investigación se partió de la idea de que la población infantil de la ZMVM es especialmente vulnerable a la contaminación atmosférica. Por lo tanto, es importante conocer las medidas que actualmente se implementan para protegerlos. En este sentido, se llevó a cabo un estudio cualitativo para conocer, comprender y analizar la forma en que las escuelas reciben la información, así como la toma de decisiones en relación con la contaminación atmosférica y la prevención del riesgo en la salud de los niños.

### 1.4.1 Planteamiento del problema

Dentro de las escuelas primarias, a pesar de existir un reglamento para que se tomen medidas de prevención del riesgo en la salud de los niños en situaciones de índices elevados de contaminación del aire, existen fallas en el aviso de precontingencias y contingencias ambientales mediante el sistema actual de correo electrónico, además de cierto desconocimiento sobre aspectos relacionados a la contaminación. Esto generó una pregunta central en la presente investigación.

## Pregunta central

¿Qué características debe tener un sistema de información para mejorar la comunicación y la información relacionada con la calidad del aire entre organismos encargados del monitoreo atmosférico y las escuelas primarias, para prevenir el riesgo en la salud de los niños?

### 1.4.2 Hipótesis

Un sistema de información y comunicación que envíe alertas y notificaciones en caso de contingencias ambientales por medio de correo electrónico, SMS y a través de una aplicación móvil, y enriquecido con información relacionada con la contaminación ambiental, es importante para directores y profesores de escuelas primarias.

### 1.4.3 Objetivo general

Mejorar la comunicación e información relacionada con la calidad del aire entre organismos encargados del monitoreo atmosférico y las escuelas primarias (directores, encargados y profesores), con el fin de ayudar a la toma de decisiones oportuna para prevenir el riesgo en la salud de los niños.

#### 1.4.4 Objetivos específicos

- Identificar si la información generada por los organismos encargados del monitoreo atmosférico sobre la calidad del aire es usada para tomar decisiones respecto a actividades al aire libre en escuelas primarias.
- Indagar si en las escuelas primarias existe preocupación y se informan sobre la contaminación atmosférica.
- Conocer de qué forma son notificadas estas escuelas sobre la calidad del aire.
- Identificar cuáles son las fallas en los canales de información.
- Averiguar cuáles son las medidas actuales que toman las escuelas en caso de precontingencia o contingencia ambiental.
- Profundizar acerca del conocimiento que tienen los tomadores de decisiones de escuelas primarias sobre contaminación atmosférica y sus efectos en la salud de los niños.
- Reconocer los sistemas de información sobre contaminación atmosférica con los que cuentan las escuelas.
- Elaborar una propuesta de acciones preventivas o de apoyo por medio del diseño, computo y comunicación que ayude a mejorar la toma de decisiones en las escuelas basadas en la información oportuna.



# Capítulo 2

---

**Estrategia de comunicación, Diseño de Información y  
Sistemas para la Interacción**

## 2.1 Estrategia de comunicación

A continuación se presenta la estrategia de comunicación planteada como parte de la propuesta a la problemática identificada en el estudio cualitativo, así como el método que se utilizará para el desarrollo.

### 2.1.1 Comunicación para el cambio social

Se plantea que la información generada por los organismos de monitoreo atmosférico debe ser difundida de manera efectiva para que en las escuelas puedan tomar medidas de prevención del riesgo en la salud de los niños en el momento oportuno. De acuerdo con Langevin (2000) el objetivo de la comunicación y de quien la emite es la transmisión del mensaje para que sea bien entendido por el receptor.

La comunicación para el cambio social «surge de la necesidad de crear nuevos espacios para las comunidades, grupos humanos y ciudadanía, quienes son los protagonistas, los participantes y responsables de tomar decisiones en pro de su propio bienestar» (Skewes, 2013). Esta nueva visión de la comunicación no se desapega de la cultura y tradiciones, pero da la posibilidad a los individuos de generar cambios que beneficien.

De acuerdo con Rodríguez, Obregón y Vega (2002), «para que cambien los comportamientos hay que cambiar los significados» y transformar «los códigos culturales que moldean su visión del mundo» para llegar así a la cultura de las audiencias. En el marco del presente proyecto, para lograr cambios de conducta de los tomadores de decisiones en las escuelas, así como informarles sobre el tema de la contaminación atmosférica y que asuman un papel fundamental en la prevención del riesgo en la salud, Rodríguez et al. (2014) recomiendan aplicar algunos principios de la comunicación para el cambio social.

Evitar	Para
que las personas sean simplemente objetos de cambio	convertirlas, a ellas y a sus comunidades en agentes de su propio cambio
solo diseñar, probar y emitir mensajes	apoyar el diálogo y debate alrededor de los puntos clave
la simple transmisión de información por parte de expertos técnicos	situar dicha información en un contexto dialéctico
el énfasis en comportamientos individuales	acentuar las normas sociales, políticas, la cultura y el ambiente propicio para el cambio
sólo persuadir a las personas para que hagan algo	impulsarlas a negociar el avance a través de procesos y asociaciones
que expertos técnicos de agencias externas dominen y guíen el proceso	lograr que las personas afectadas por los problemas desempeñen un papel más importante

Para el presente proyecto, se retoma principalmente la idea de dar una herramienta que sirva para empoderar a las comunidades y/o sociedad. En este sentido se plantea **dar a profesores, encargados y directores de las escuelas una herramienta**, para que puedan tomar medidas a tiempo en cuanto a la prevención del riesgo en la salud de los niños.

## 2.2 Diseño de Información

El Diseño de Información (DI) es uno de los pilares de la maestría en la cual se enmarca el presente proyecto. Para dar una idea de los criterios que lo fundamentan, se presenta una revisión del concepto de *diseño* y su evolución hacia el *diseño de información*.

### 2.2.1 Redefinición del diseño

Durante gran parte del siglo XX, el diseño fue considerado como una disciplina enfocada en la creación de productos que organizaran la vida en las grandes ciudades «en una era que se concebía como de alta industrialización y progreso» (Tapia, 2014). Con el “fin de la modernidad”, se cuestionó el concepto de progreso vinculado a la industrialización y comenzó una era más enfocada en el individuo, en la preocupación por temas como la diversidad, en las minorías y en el medio ambiente (Rodríguez, 2015). En este marco, se han llevado a cabo diversos esfuerzos por redefinir el diseño, ya no como disciplina encargada de crear o proyectar objetos con valor estético o comercial, sino como una disciplina inmersa en las preocupaciones actuales con miras a ayudar en la solución de problemáticas que atañen a todos.

Tapia (2014) define el diseño gráfico como «una disciplina social y humanística; el arte de concebir, planear y realizar las comunicaciones visuales que son necesarias para resolver y enriquecer las situaciones humanas.» Este concepto se puede aplicar a toda rama del diseño, toda vez que las situaciones humanas a las que hace referencia implican tanto a la arquitectura, al diseño de objetos, al diseño gráfico y, en general, a todo diseño en la era digital.



### 2.2.2 Diseño de información, el arte de estructurar

En los últimos años ha cobrado fuerza el concepto de Diseño de Información (DI), definido por Horn como «el arte y ciencia de preparar información para que pueda ser usada por seres humanos con facilidad con el objetivo de servir de herramienta que guíe la acción de los usuarios/lectores» (Cairo, 2008).

Actualmente, debido al incremento en la producción y distribución (intercambio) de información dado por el auge de internet, es necesario formar profesionales que traduzcan datos en *información relevante* para los usuarios. La información es poder, retomando a Wurman (2001:17)

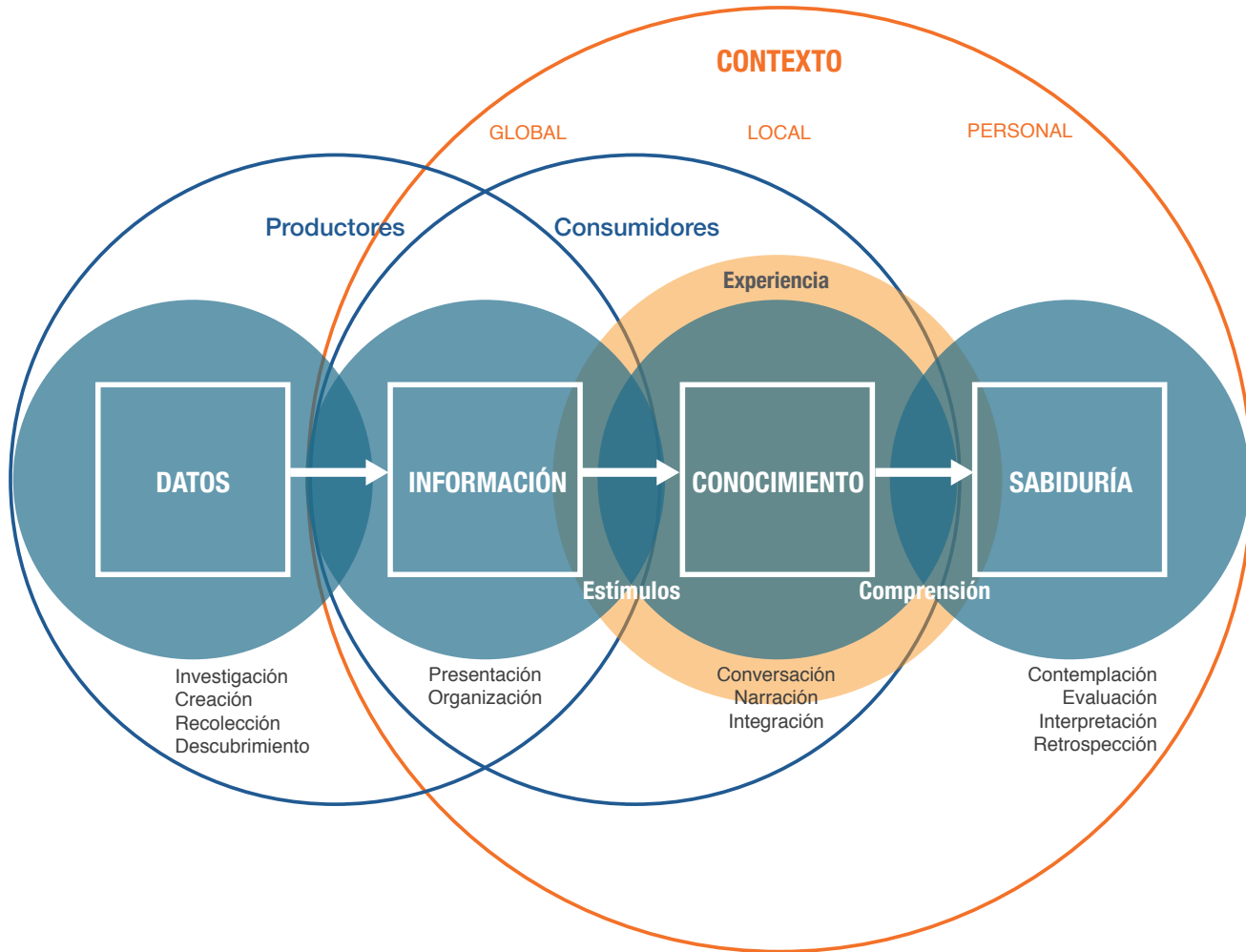
«where once, during the Age of Industry, the world was ruled by natural resources, it is now run of information, and while resources are finite, information seems to be infinite» .<sup>8</sup>

Sin embargo, no hay que perder de vista que no todo lo que circula es información, de hecho «la superabundancia ha comenzado a oscurecer las distinciones radicales entre datos e información, entre hechos y conocimiento»<sup>9</sup> (Wurman, 2001:17). Por ello, es importante depurar los datos y organizarlos. Como Umberto Eco apuntaba, «en el futuro la educación tendrá como objetivo aprender el arte del filtro» (Cobo & Moravec, 2011).

---

8 La traducción del inglés al español fue realizada por los autores. A continuación se transcribe la traducción de la cita: «anteriormente, durante la Era de la industria, el mundo fue gobernado por los recursos naturales, ahora es controlado por la información, y mientras que los recursos son limitados, la información parece ser infinita»

9 Cita original: «The glut has begun to obscure the radical distinctions between data and information, between facts and knowledge.»



Esquema 2: Esquema del conocimiento, basado en Shedroff (1999)

En este marco, «la labor del diseñador de información es, precisamente, dar forma a lo que por naturaleza parece caótico o incomprensible debido a su gran complejidad. Por medio de ese proceso, los datos (que no tienen valor informativo por sí mismos) se transforman en información (esto es, se da significado a los datos a través de su organización), que puede ser comprendida por el usuario, memorizada y transformada a su vez en conocimiento que informe la conducta futura.» (Cairo, 2008)

El punto central del Diseño de Información es *comunicar* la información de manera clara, eficiente y eficaz (Shedroff, 1994); apoya el proceso de conocimiento en los usuarios, al presentarles información útil, estructurada, que al ser asimilada enriquece su conocimiento previo. Este conocimiento idealmente se traducirá en sabiduría, aunque como Cairo (2011) apunta «no todo el conocimiento se traduce en sabiduría, de la misma forma que no toda la información se transforma en conocimiento.»

Para lograr una mayor asimilación de la información en los usuarios, es importante tener en cuenta el contexto en el que están inmersos, pues éste determina en gran medida la interpretación que el usuario hace de la información, de las imágenes que se le presenten, entendiendo la imagen como «configuración de la cultura, como el puente entre percepción e interpretación, el vínculo entre el ritual colectivo y la experiencia individual, el enlace entre cognición y emoción.» (Ardèvol & Muntañola, 2004:30)

Interpretar una imagen implica acción, pues lo que el usuario asimila de lo observado se ve ampliamente influenciado por lo que conoce del mundo, por el contexto en el que se desenvuelve, «el proceso de significación de las imágenes es el resultado de un proceso dialéctico entre las codificaciones culturales y las elecciones individuales.» (Ardèvol & Muntañola, 2004:150)

Precisamente, conocer las codificaciones culturales de los usuarios es fundamental para el Diseño de Información, «The efficiency demanded from Information design necessitates the examination of human perception and cultural circumstances»<sup>10</sup> (Schuller, 2007), implica analizar los intereses y necesidades de los usuarios para desarrollar productos acordes con ello. «Conoce a tus usuarios, entiende sus necesidades, tareas y contextos de uso» (*Know your users—understand their needs, tasks, and contexts of use*). (Tidwell, 2011:442) El éxito de lo que se proponga, dependerá de la medida en la que se conozcan dichos aspectos.

Actualmente, y siendo la transmisión eficaz y eficiente de información una de las principales preocupaciones del Diseño de Información, es primordial aprovechar el auge de las redes sociales, de las nuevas maneras de relacionarse empleadas por la gente. «En la era de internet, las personas no se aíslan en la soledad de la realidad virtual. Por el contrario, amplían su sociabilidad utilizando la multitud de redes de comunicación a su disposición, pero lo hacen de manera selectiva, construyendo su mundo cultural según sus preferencias y proyectos, y modificándolo de acuerdo con la evolución de sus valores e intereses personales.» (Castells, 2009)

Y es precisamente en esas “redes de comunicación” donde el diseño puede incidir, de manera que la información asimilada por un usuario, sea “compartida” y distribuida a través de las redes en las que el usuario se encuentre.

---

10 Traducción realizada por los autores: «La eficiencia exigida del diseño de Información hace necesario el examen de la percepción humana y las circunstancias culturales»

## 2.3 Sistemas para la interacción

Otro de los pilares de la maestría son los sistemas para la interacción. Para contextualizar el enfoque que aportan al presente proyecto, se presentan algunas definiciones relacionadas a esta área así como aquellas en que se basará la propuesta.

### 2.3.1 ¿Qué es un sistema?

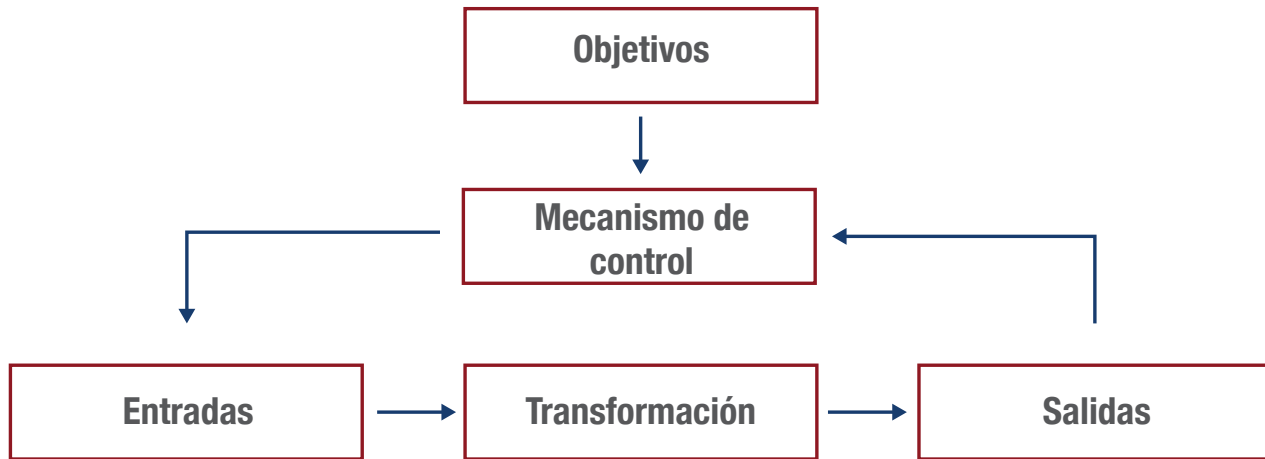
De acuerdo con Hurtado (2011) un sistema se define como «el conjunto de partes que interactúan entre sí para lograr un objetivo». Los sistemas tienen características en común, como entradas y salidas de información y pueden ser estáticos o dinámicos. A continuación se presentan algunas definiciones.

«Von Bertalanffy define la teoría de los sistemas como un área lógica-matemática cuya misión es la formulación y derivación de principios que son aplicables a los sistemas en general, mientras que para West Churchman es una manera de pensar sobre los sistemas y sus componentes, al estudiar un fenómeno primero se debe pensar en el objetivo y después en la estructura» (Hurtado, 2011:3).

Para Fernández (2006), un sistema es «un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo común». Aunque puede haber diferentes tipos de sistemas, el autor propone de forma general el siguiente modelo con cinco elementos indispensables:

## Modelo general de un sistema

---



Esquema 3: *Modelo general de un sistema*. Basado en el esquema de Fernández (2006: 11)

En el modelo propuesto por el autor, se observan mecanismos de control con entradas y salidas que proceden a una transformación para lograr los objetivos.

La teoría de los sistemas puede ser aplicada en diferentes disciplinas. En el caso de la ingeniería de sistemas se utiliza para solucionar problemas, para Johansen «la ingeniería de sistemas se refiere a la planificación, diseño, evaluación y construcción científica de sistemas hombre-máquina mediante el procesamiento automático de información», (Hurtado, 2011:6).

Ahora bien, un sistema de información es «un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo: satisfacer las necesidades de información de una organización» (Fernández, 2006:11). Los componentes se muestran en el siguiente esquema:

### Componentes de un sistema de información



Esquema 4: *Componentes de un sistema de información.*  
Basado en el esquema de Fernández (2006: 21)

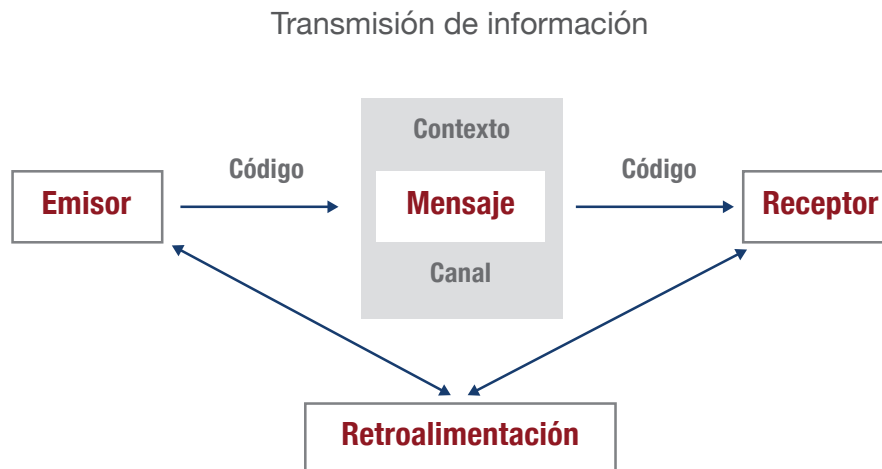
En el esquema anterior, el autor muestra los procesos, datos y personas como los principales elementos.

### 2.3.2 Tecnologías de información y comunicación (TIC)

Actualmente, las nuevas tecnologías de información se encuentran inmersas en una gran parte de la población e instituciones; «Ordenadores, teléfonos móviles, tarjetas de memoria, Televisión Digital Terrestre (TDT), navegadores Global Position System (GPS), internet...; son tecnologías que se han vuelto imprescindibles para personas y empresas» (Suárez & Alonso, 2010:2).

Azinian (2009) define las TIC como: «las tecnologías aplicadas a la creación, almacenamiento, selección, transformación y distribución de las diversas clases de información, así como la comunicación, utilizando datos digitalizados». Poseen características como interactividad, digitalización, alta calidad de imagen, innovación, entre otros. La automatización es una de sus principales características.

La tecnología de información conocida también como informática, «estudia las técnicas y procesos automatizados que actúan sobre los datos y la información» (Suárez & Alonso, 2010:3). Por su parte las tecnologías de comunicación estudian la manera en que se transmite la información. A continuación se muestra el esquema como lo propone el autor:



Esquema 5: *Transmisión de información*. Basado en el esquema de Suárez y Alonso (2010: 3)



El gráfico anterior muestra un mensaje que se transmite por un canal, entre un emisor y un receptor, en un contexto y mediante un código. Definiendo el código como «un conjunto de reglas o protocolos que hacen comprensible un mensaje», (Suárez & Alonso, 2010:3). La emisión y recepción puede darse mediante personas, ordenadores, teléfonos, semáforos, entre otros.

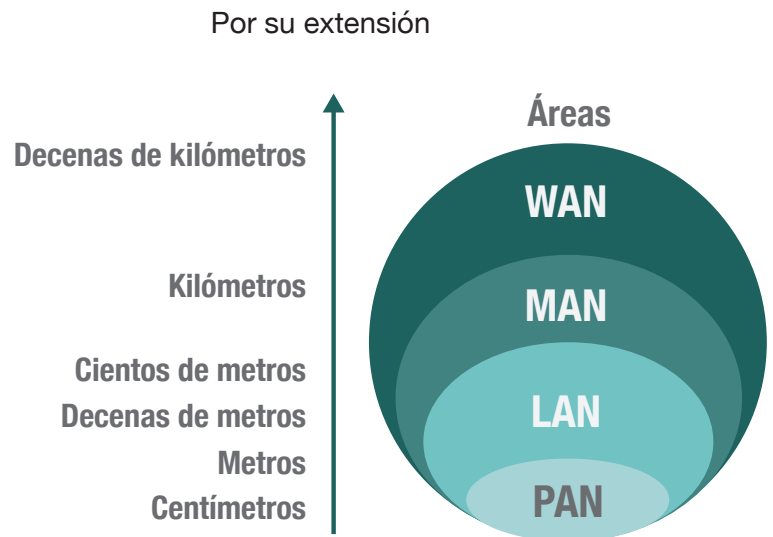
En las tecnologías de información, «los mensajes son instrucciones y datos que se transmiten entre emisor y receptor (**usuarios**), por un canal digital (**hardware**), establecidos por un código (**software**); dentro de un contexto» (Suárez & Alonso, 2010:6). El hardware es un componente físico, mientras que el software es el componente lógico de código que permite el funcionamiento, y los usuarios quienes usan las tecnologías.

### 2.3.3 Redes e internet

Las redes de comunicaciones son «una serie de elementos interconectados que trabajan conjuntamente para que nos comuniquemos» (Andréu, 2011:8). Como elementos interconectados para que la comunicación se transmita o codifique, se incluyen teléfonos, cables, antenas, entre otros. Una red informática es «un conjunto de equipos informáticos conectados entre sí que pueden intercambiar información» (Andréu, 2011:9). Para transmitir el mensaje es necesario un código, en el caso

de los ordenadores se utiliza el sistema de código binario que emplea dos condiciones representadas por los dígitos 0 y 1.

Para Dordoigne (2013) una red «es un medio de comunicación que permite a personas o grupos compartir información y servicios»; las redes están constituidas por nodos que utilizan protocolos o lenguajes comprensibles para ellos mismos. Hay diferentes tipos de redes, de acuerdo con Andréu (2011), pueden ser clasificadas de la siguiente manera:



Esquema 6: *Tipos de redes por extensión.*  
Basado en el esquema de Andréu (2011: 24)

Como se muestra en el gráfico anterior se denomina PAN a aquellas redes personales de alcance muy restringido. LAN son las redes locales de centenares de metros que conectan ordenadores y servidores; se llama MAN a las redes metropolitanas, comunica a mayores distancias y suele interconectar varias redes. Por último, WAN es una red de mayor alcance, pueden transmitir información a miles de kilómetros por todo el mundo siendo el más conocido el internet (Dordoigne, 2013:24).

De acuerdo con Andréu (2011), además de la extensión, las redes también pueden clasificarse por su *método de conexión*: alámbrica o inalámbrica; por su *propiedad*: pueden ser públicas o privadas; o por su *tipología*: red centralizada, descentralizada o distribuida. Hoy en día, las redes permiten el acceso a internet a miles de personas.

## Internet

El internet surge a finales de los años sesenta del siglo XX, de acuerdo con Gris (2014), el internet es «una red informática internacional compuesta por redes de mayor o menor tamaño»; puede utilizarse incluso en caso de que alguna de sus conexiones falle, con protocolos TCP/IP que lo hacen posible. Con el internet, hoy en día es posible mantenerse informado al instante y desde diversos lugares.

«el internet está sustituyendo paulatinamente al resto de las tecnologías de comunicaciones. En un principio se fue introduciendo tímidamente como una tecnología de transmisión de datos, pero, dado su bajo costo y la gran facilidad que tiene para adaptarse a cualquier necesidad, poco a poco se está apoderando del ámbito del resto de comunicaciones» (Carballar, 2008:3). Las tecnologías con redes inalámbricas como wi-fi proveen de una mayor movilidad a internet.

La participación en internet puede ser comunitaria o individual; la comunitaria crea y mantiene las relaciones entre comunidades de personas que se conocen, mientras que la individual «puede implicar que exista una relación con personas desconocidas o con quienes no se ha producido una comunicación directa» (Katz & Rice, 2005:27). Ya sea comunitaria o individual, gracias a internet, se agilizan las interacciones.

# Capítulo 3

---

**Metodología**

### 3.1 Metodología de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo mediante una metodología mixta<sup>11</sup> con el fin de identificar las fallas de comunicación entre escuelas primarias y organismos encargados del monitoreo atmosférico. A consecuencia de ello se buscó la manera en que se puede contribuir para solucionar dichas deficiencias. La metodología a seguir para esta investigación se muestra a continuación.

#### 3.1.1 Descripción de los participantes

Se llevó a cabo el estudio en escuelas primarias de las delegaciones Cuajimalpa y Cuauhtémoc. Los participantes en el estudio de ambas zonas son profesores y/o directores egresados de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), Escuelas Normales y Escuela Superior de Educación Física (ESEF). Las edades de los docentes y directivos comprenden entre los 22 y los 58 años. En el caso de Cuajimalpa, los profesores dan clase a niños que en su mayoría vienen del Estado de México, muchos de ellos con rezago educativo, de padres con bajos recursos y nivel educativo.

---

11 «Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.» (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

Las madres, generalmente se dedican a la limpieza en oficinas o residencias aledañas; los padres, a oficios como la albañilería y la jardinería. A diferencia de Cuajimalpa, la mayoría de los padres de niños de las escuelas de Cuauhtémoc, se dedican al comercio. Además, algunos niños provienen de familias monoparentales.

#### 3.1.2 Método de muestreo

Para el estudio se tomó una muestra de directores y profesores de seis escuelas primarias públicas de la Ciudad de México: tres pertenecen a la delegación Cuauhtémoc; tres, a Cuajimalpa de Morelos. Se utilizó un método de muestreo no probabilístico en cadena o de bola de nieve<sup>12</sup>. El criterio empleado para la elección de las escuelas fue su cercanía a estaciones de monitoreo con diferentes índices de contaminación: la estación de Cuauhtémoc (HGM-Hospital general) con índices de contaminación altos y la estación de Cuajimalpa (Cua) con niveles más bajos.

---

12 «Consiste en escoger a un reducido número de personas siendo éstas quienes proporcionan, a su arbitrio, el resto de componentes de la muestra. Se utiliza cuando no se dispone del listado de una determinada población y/o en aquellos estudios dirigidos a determinados colectivos (médicos, ingenieros, abogados, etc.)» (Jauset, 2007)

### 3.1.3 Instrumentos

Con base en la observación y entrevistas semi-estructuradas en el lugar de trabajo de los entrevistados, se pretendió identificar las principales fallas y necesidades de comunicación, así como el actuar dentro de las instituciones educativas.

### 3.1.4 La técnica y su aplicación

Primero se observaron los niveles de contaminación y características del entorno de las diferentes áreas de la ZMVM. Posteriormente, se entrevistó a profesores y directores de primarias, para después observar las particularidades de las escuelas. Así mismo, las entrevistas fueron abiertas y se hicieron con el apoyo de un cuestionario como guía, elaborado por los integrantes de este proyecto. La información incluida en el cuestionario es sobre contaminación atmosférica. De acuerdo con las respuestas proporcionadas por los entrevistados y la observación, se hicieron anotaciones sobre lo más relevante y se identificaron características físicas de las escuelas, así como del entorno en que se encuentran. También se obtuvo información sobre los procesos que se siguen en las escuelas en caso de contingencia ambiental, entre otros hallazgos.

### 3.1.5 Datos obtenidos

Las escuelas primarias de ambas zonas tienen características similares. Las de la delegación Cuauhtémoc carecen de árboles y patios techados, pero además tienen comercios en la zona. Mientras tanto, las de la delegación Cuajimalpa cuentan con un patio techado, mas no cubierto, con escasos árboles y carecen de áreas verdes. En ambas zonas el flujo vehicular es pesado, lo cual contribuye al incremento en los índices de contaminación.<sup>13</sup>

Para el análisis de los datos obtenidos mediante las entrevistas se utilizó el software DYANE. El cuestionario guía utilizado constaba de 29 variables, tanto numéricas como categóricas. De dichos datos, únicamente se sacaron las medias y modas de la categorización por ser un estudio cualitativo. A partir de este proceso se hizo una clasificación por categorías con diversos tipos de variables y una escala nominal. Asimismo, se elaboraron tablas distintas gráficas para ayudar en la lectura de los resultados. A continuación se muestran algunos resultados del estudio.

---

<sup>13</sup> Para continuar viendo resultados de la observación así como imágenes, ir a los anexos A-1 y A-2.

Variable: Nombre de la escuela

Código	Significado Nombre	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	José Luis Vieyra	12	13.95	43	50.00	0	0.00
2	Xochiquetzal	20	23.26				
3	Belisario Domínguez	11	12.79				
4	República de Suiza	14	16.28	0	0.00	43	50.00
5	Pedro Sainz de Baranda	17	19.77				
6	Rafael Ramos Pedrueza	12	13.95				
	Total	86	100.00	43	50.00	43	50.00

Tabla 1: Nombre de la escuela. Elaboración propia

Variable: Colonia

Código	Significado Colonia	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Cuajimalpa	12	13.95	43	50.00	0	0.00
2	San José de los Cedros	20	23.26				
3	Jesús del Monte	11	12.79				
4	Doctores	43	50.00	0	0.00	43	50.00
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 2: Colonia a la que pertenece la escuela. Elaboración propia

De las seis escuelas que forman parte del estudio, la mitad pertenecen a tres diferentes colonias de la delegación Cuajimalpa; el resto, están ubicadas en una misma colonia de la demarcación Cuauhtémoc.

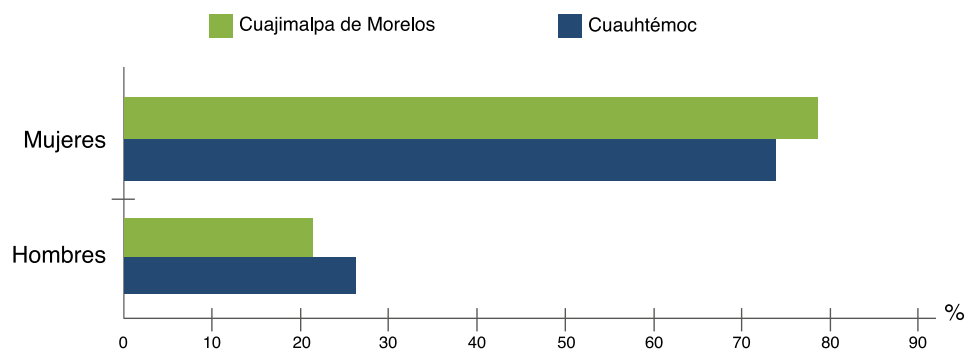
Variable: Delegación

Código	Significado Delegación	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Cuajimalpa	43	50.00	43	100.00	0	0.00
2	Cuauhtémoc	43	50.00	0	0.00	43	100.00
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 3: Delegación a la que pertenece la escuela. Elaboración propia

La mitad de las escuelas entrevistadas corresponden a la delegación Cuauhtémoc y la otra mitad a la delegación Cuajimalpa.

Variable: Sexo



Gráfica 4: Distribución de profesores por sexo de acuerdo con la demarcación delegacional. Elaboración propia

De los encuestados, en ambas zonas, la mayoría son mujeres.

Variable: ¿Se informa sobre la contaminación atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)?

Código	Significado Se informa	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Sí	65	76.47	33	76.74	32	76.19
2	No	17	20.00	8	18.60	9	21.43
	A veces	3	3.53	2	4.65	1	2.38
	Total	85	100.00	43	100.00	42	100.00

Tabla 4: Los profesores se informan sobre calidad del aire. Elaboración propia

Con esta pregunta se pretendía conocer el grado de interés que el entrevistado tenía en relación con la contaminación atmosférica, a través de la pregunta de si se informan sobre tema. Como se observa en la tabla, la mayoría de los profesores y directores entrevistados de ambas zonas de la ciudad dijeron que sí lo hacen. Los profesores de la delegación Cuajimalpa nombran la *radio* y la *televisión* como principal fuente; los de la delegación Cuauhtémoc refieren *la misma escuela* y la *televisión* como su principal fuente de información referente al tema. El tercer medio por el cual se informan en ambas delegaciones es el *internet/redes sociales*.

Variable: Aquí en la escuela, ¿le notifican sobre la calidad del aire?

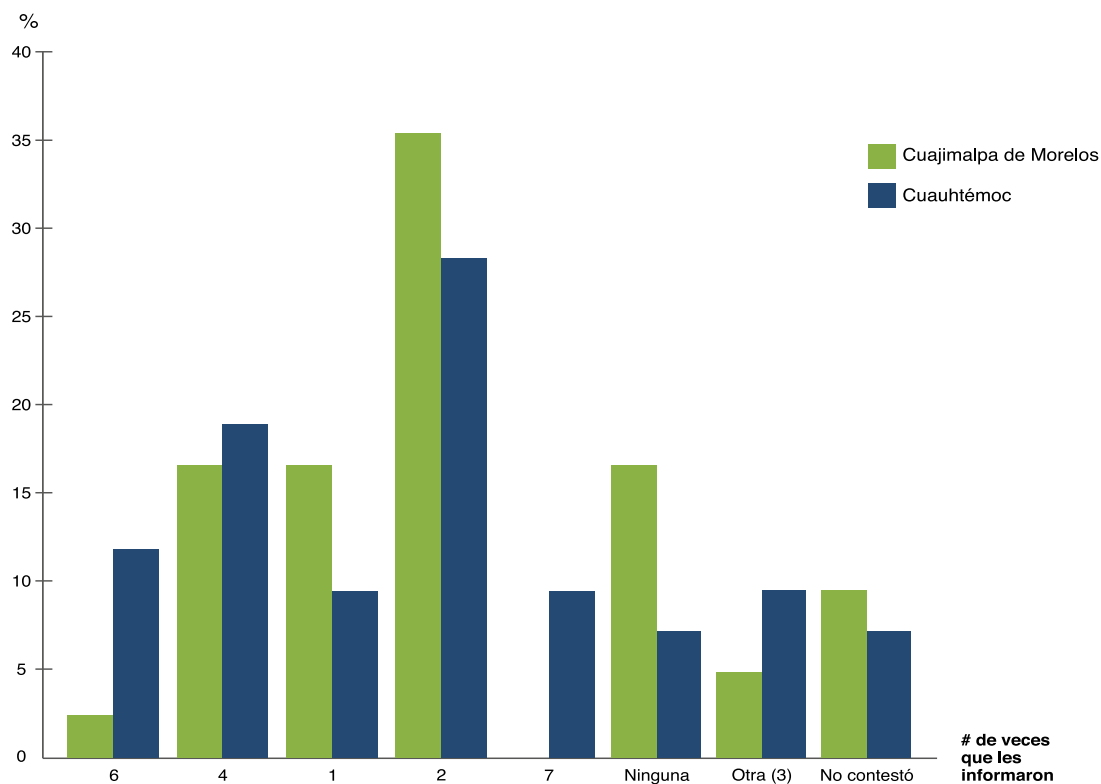
Código	Significado Le notifican	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Sí	54	62.79	20	46.51	34	79.07
2	No	30	34.88	21	48.84	9	20.93
3	Solo en conting.	4	4.65	4	9.30	0	0.00
4	No contestó	1	1.16	1	2.33	0	0.00
	Total	89	100.00	46	100.00	43	100.00

Tabla 5: Notificación en las escuelas sobre calidad del aire. Elaboración propia



Al preguntarles si en la escuela les notifican sobre la calidad del aire, se buscaba conocer si era práctica normada el aviso de contingencia ambiental en los planteles. Como se muestra en la tabla, en Cuajimalpa la mayoría contestó que no, mientras que en la delegación Cuauhtémoc la mayoría contestó que sí. Además, en ambas zonas los profesores refirieron que el director es quien usualmente transmite la información a los profesores cuando hay precontingencia o contingencia ambiental. Sin embargo, la mayoría de los encuestados dijo que no siempre llega la información a la dirección de manera oportuna.

Variable: En lo que va del 2015, ¿cuántas veces le han informado en la escuela que hay precontingencia ambiental?



Gráfica 5: Número de veces que en las escuelas les informaron que había precontingencia ambiental, de enero a noviembre de 2015. Elaboración propia

En relación con la pregunta de cuántas veces se les ha notificado en las escuelas sobre precontingencias ambientales, se esperaba descubrir si coincidían las alertas de precontingencia con las veces que en las escuelas recibieron el aviso. En ambas zonas, la mayoría señala que se le avisó en dos ocasiones. Cabe mencionar que, hasta el momento de la entrevista, se habían presentado seis precontingencias ambientales y, efectivamente, dos habían sido en días hábiles y laborables.

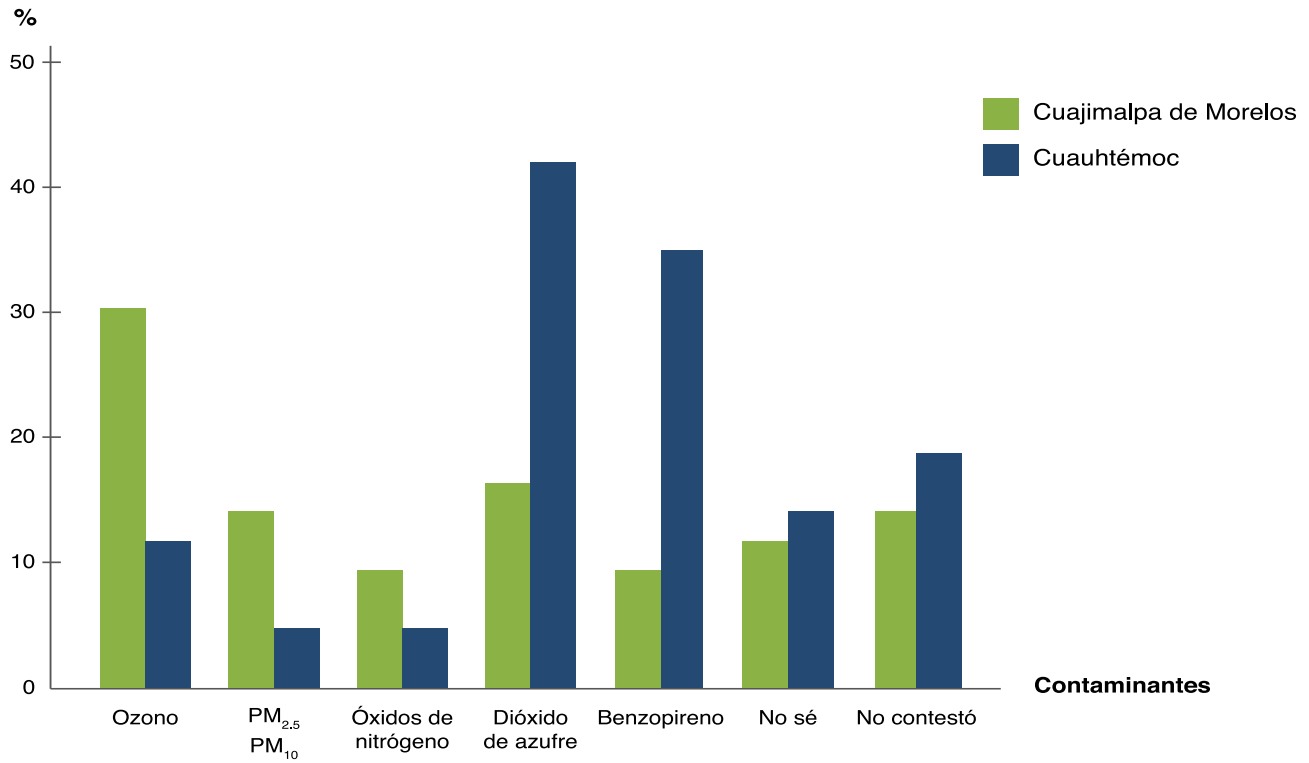
Variable: ¿Cuántas precontingencias ambientales ha habido en lo que va de 2015?

Código	Significado #Precontingencias	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	2	22	25.58	12	27.91	10	23.26
2	7	8	9.30	2	4.65	6	13.95
3	6	11	12.79	6	13.95	5	11.63
4	No sé	38	44.19	20	46.51	18	41.86
5	No contestó	7	8.14	3	6.98	4	9.30
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 6: Precontingencias ambientales (enero a noviembre de 2015). Elaboración propia

Respecto a la pregunta de cuántas precontingencias hubo en el 2015 (de enero a noviembre) se deseaba conocer el grado de interés que el tema genera en los docentes. Como se muestra en la tabla, la mayoría respondió *No sé*. En ambas zonas, la respuesta de *2 precontingencias* fue la segunda más nombrada.

Variable: ¿Qué contaminantes afectan más la salud de los niños en la ZMVM?



Gráfica 6: Contaminantes que afectan más la salud de los niños en la ZMVM. Elaboración propia

Al formular la pregunta acerca de qué contaminantes afectan más la salud de los niños, se buscaba saber si los profesores conocían dicha información. En ambas zonas, la mayoría respondió: *No sé*. En Cuajimalpa, el *Ozono* fue el contaminante más nombrado, seguido del *Dióxido de Azufre*. Mientras tanto en Cuauhtémoc, fueron las partículas *PM<sub>10</sub>* y *PM<sub>2.5</sub>* las más nombradas, seguidas del *Ozono*. Sin embargo, la mayor parte sí identifica a los niños como uno de los sectores de la población más vulnerable a la contaminación.

Variable: ¿Sabe si sus alumnos sufren de algún padecimiento pulmonar?

Código	Significado Padecimiento	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	No	45	52.33	24	55.81	21	48.84
2	Sí, cuántos	35	40.70	16	37.21	19	44.19
3	No contestó	6	6.98	3	6.98	3	6.98
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 7: Padecimiento pulmonar. Elaboración propia

En la tabla se muestra que la mayor parte de los profesores de ambas zonas respondieron: *No*. Es decir, desconocen si sus alumnos tienen algún padecimiento asociado a la contaminación atmosférica. De los que contestaron: *Si*, no saben si los padecimientos están relacionados con la contaminación atmosférica.

Variable: Cuando los niños hacen ejercicio en clase de educación física, ¿lo hacen al aire libre?

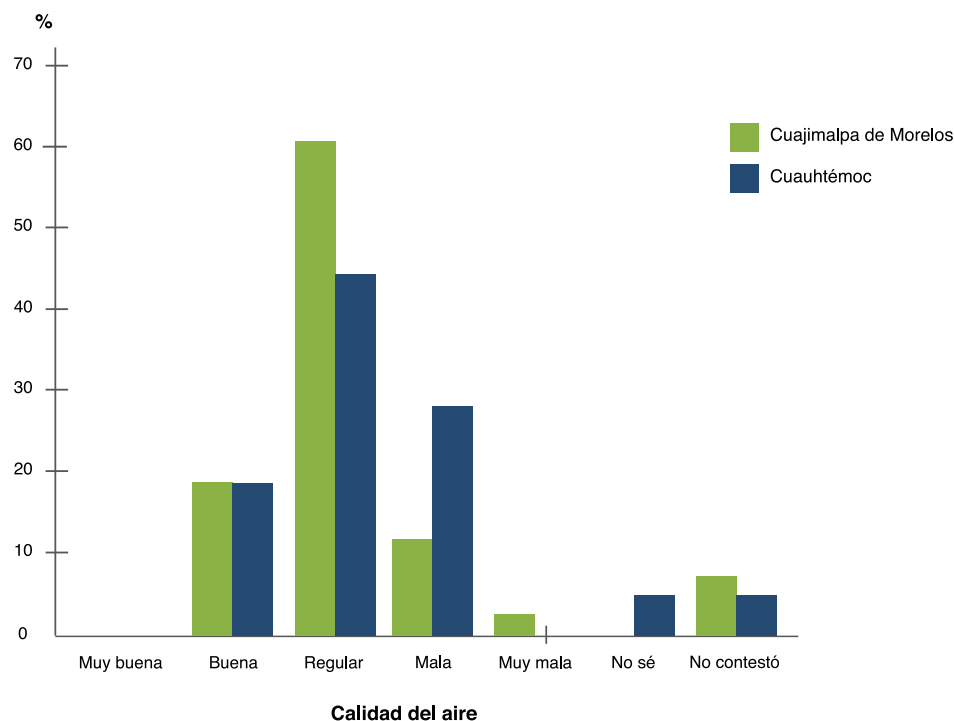
Código	Significado Ejercicio al aire libre	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Sí	33	97.06	14	93.33	19	100.00
2	No	1	2.94	1	6.67	0	0.00
	Total	34	100.00	15	100.00	19	100.00

Tabla 8: Ejercicio al aire libre. Elaboración propia

En ambas zonas, la mayor parte dijo que sí se toma en cuenta la calidad del aire al decidir si los niños salen o no de las aulas (por ejemplo, a practicar deportes). Además, como se observa en la tabla, al preguntarles si los niños hacen ejercicio al aire libre, en ambas zonas la mayoría respondió que sí. Con estas preguntas se pretendió conocer la conducta seguida en las escuelas en actividades que requieren estar al aire libre.

Sobre si suspenden actividades al aire libre en caso de precontingencia o contingencia ambiental, la mayoría mencionó que sí, pero refieren *que no siempre se les informa a tiempo*.

Variable: ¿Cómo es la calidad del aire en este momento?



Gráfica 7: Calidad del aire. Elaboración propia

Con respecto a la pregunta de *¿cómo es la calidad del aire en este momento?*, se esperaba averiguar si los docentes estaban interesados en el tema y por lo tanto, si estaban informados sobre la verdadera calidad del aire de la zona en la que se encontraban. En ambas zonas, la mayoría respondió que la calidad del aire era *Regular*. Mientras que en Cuajimalpa, la segunda mayor respuesta fue que la calidad del aire era *Buena*; en Cuauhtémoc la respuesta fue que la calidad del aire era *Mala*. Cuando se les preguntó en qué se habían basado para dar tal respuesta, la mayoría dijo *por cómo se ve el ambiente, porque se ve el cielo gris, hay poca visibilidad o porque siento irritación en los ojos*.

Variable: Reglamento, norma o programa emitido por la SEP que prohíba actividades en caso de mala calidad del aire, precontingencia o contingencia ambiental

Código	Significado Norma SEP	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	No	12	13.95	10	23.26	2	4.65
2	Sí, especifique	52	60.47	23	53.49	29	67.44
3	No sé	7	8.14	3	6.98	4	9.30
4	No contestó	15	17.44	7	16.28	8	18.60
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 9: Norma o reglamento emitido por la SEP. Elaboración propia

Con la pregunta sobre si hay un reglamento o norma emitido por la SEP en caso de contingencia ambiental, se buscaba averiguar si los docentes lo conocen. Como se muestra en la tabla, la mayoría en ambas zonas, respondió que sí. Algunos docentes hacen referencia a la *Guía operativa*, al *Manual de operación de Centros Educativos* y el *Reglamento de seguridad y emergencia escolar*. Por otra parte, se les preguntó si conocen las normas para el índice de calidad del aire, tanto en México como a nivel internacional. Los profesores de ambas zonas refieren no conocerlas.

Variable: Si hay algún reglamento en caso de mala calidad del aire, precontingencia o contingencia, ¿funciona de manera correcta en el momento adecuado?

Código	Significado Funciona	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Sí	24	27.91	9	20.93	15	34.88
2	No	12	13.95	6	13.95	6	13.95
3	A veces	25	29.07	13	30.23	12	27.91
4	No sé	1	1.16	1	2.33	0	0.00
5	No contestó	24	27.91	14	32.56	10	23.26
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 10: Funciona el reglamento en caso de contingencia ambiental. Elaboración propia

Al preguntarles sobre si, en caso de existir dicho reglamento, funciona de manera correcta en el momento adecuado, la mayor parte de los profesores de la delegación Cuajimalpa dijo que: *a veces*. La razón de su respuesta es que no se les avisa a tiempo. En el caso de los de Cuauhtémoc, la mayoría respondió que *Sí*, seguido por *A veces*. La razón se repite como en el caso de Cuajimalpa.

Variable: ¿Actualmente cuentan en la escuela con algún sistema que les informe sobre la calidad del aire en tiempo real?

Código	Significado Sistema	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	No	58	67.44	35	81.40	23	53.49
2	Sí, especifique	12	13.95	2	4.65	10	23.26
3	No sé	6	6.98	3	6.98	3	6.98
4	No contestó	10	11.63	3	6.98	7	16.28
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 11: Cuentan en la escuela con un sistema que informe sobre calidad del aire. Elaboración propia

En ambas zonas, los profesores y directores respondieron que en la escuela no cuentan con un sistema que les informe sobre la calidad del aire en tiempo real. El grupo que dijo Sí, mencionó que el correo electrónico es el sistema por el que actualmente se les notifica. Los directores mencionaron que el sistema tiene fallas, pues la información no siempre llega a tiempo o no la ven hasta después de que los niños realizaron actividades al aire libre.

Gracias a la observación y a las entrevistas realizadas, se puede decir que las escuelas de ambas zonas tienen características similares, estructura, medidas que se toman respecto a la contaminación atmosférica y avisos mediante correo electrónico. Dentro de las escuelas primarias de ambas zonas, se ha identificado la falla en los avisos de contingencia o precontingencias ambientales como principal problema, por lo que existe la posibilidad de poner en riesgo la salud de los niños. Sumado a esto, hay falta de información de los tomadores de decisiones respecto a la contaminación atmosférica (contaminantes, escala de valores en el índice IMECA), lo que puede disminuir su atención y preocupación respecto a los efectos en la salud de los niños en caso de altos índices de contaminantes.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Para continuar viendo la clasificación de respuestas y más información de los resultados, ir al anexo A-3



### 3.2 Metodología para el Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD)

Para el presente proyecto, se pensó en una metodología<sup>15</sup> tolerante a cambios, que se adaptara al desarrollo de un prototipo y, al mismo tiempo, que el resultado y la construcción fueran de alta calidad y en poco tiempo. Actualmente se utilizan diversas metodologías para el desarrollo de software. Se agrupan en dos grandes categorías: tradicionales y ágiles.

Las metodologías tradicionales están basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo, implican procesos controlados, con numerosas políticas y ofrecen cierta resistencia a los cambios. En cuanto a las metodologías ágiles, están basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código, procesos menos controlados y ofrecen flexibilidad a los cambios durante el proyecto (Canós, Letelier, & Penadés, 2003). Las metodologías ágiles rompen con los modelos tradicionales secuenciales donde todo tiene que estar bien definido desde el inicio.

Algunas metodologías tradicionales son: la *Personal Software Process (PSP)* y la *Team Software Process (TSP)*. Dentro de las metodologías ágiles se encuentran: *Dynamic System Development Method (DSDM)*, *Unify Process (UP)*, *Extreme Programming (XP)* y *Rapid Application Development (RAD)* (CCM, 2016). Las metodologías ágiles son las más recientes para el desarrollo de aplicaciones y tienen un enfoque de desarrollo rápido.

---

<sup>15</sup> Entendiendo la metodología como «un enfoque estructurado que incluye modelos de sistemas, notaciones, reglas, sugerencias de diseño y guías de procesos» (Sommerville, 2005)

El enfoque de desarrollo rápido de aplicaciones fue desarrollado por James Martin «durante los 80 en IBM y lo formalizó finalmente en 1991» (Garcés & Egas, 2013:5). De acuerdo con los autores, este enfoque responde a la necesidad de entregar productos de manera muy rápida (de 60 a 90 días), de alta calidad y bajos costos. Este método también está orientado a prototipos de alta calidad.

Además de contemplar la rapidez de la entrega, esta metodología comprende el desarrollo rápido, el proceso iterativo, la construcción de prototipos y el uso de objetos. El desarrollo rápido de aplicaciones «tendría la tendencia a englobar también la usabilidad, utilidad y rapidez de ejecución» (Garcés & Egas, 2013:5). Este método es tolerante con los cambios. Arbeláez, Medina y Chaves, (2011:255) mencionan las siguientes fases o etapas para el modelo RAD:

«1.- Modelado de gestión: responde preguntas como las siguientes.

¿Qué información conduce el proceso de gestión?

¿Qué información genera?

¿A dónde va la información?

¿Quién la procesa?

2.- Modelado de datos: en este modelo se definen los almacenes de datos y cómo se relacionan los almacenes entre sí.

3.- Modelado del proceso: para añadir, modificar, suprimir o recuperar un objeto de datos

4.- Generación de aplicaciones: construcción de la aplicación

5.- Pruebas y entrega: el proceso de desarrollo finaliza realizando pruebas, posteriormente se realiza la implementación de la aplicación».

# Capítulo 4

---

**Definición de la propuesta**

#### 4.1 Discusión de acuerdo con el pensamiento interdisciplinario

De los resultados del estudio cualitativo se concluyó que, dentro de las escuelas primarias, el principal problema son las fallas en la transmisión, mediante correo electrónico, de información sobre contingencias o precontingencias ambientales, por parte de los organismos encargados hacia las escuelas. Esta situación pone en riesgo la salud de los niños por exposición a la contaminación atmosférica. Por otra parte, se detectó cierto desconocimiento sobre el tema en los entrevistados. Para la elaboración de una propuesta que ayude a solucionar este problema, se han tomado en cuenta tres variables: la comunicación, el diseño y los sistemas para la interacción.

De la comunicación se retoma la estrategia de comunicación para el cambio social. La idea principal es *dar una herramienta* a la sociedad, en este caso dar un instrumento a las escuelas (profesores, encargados y directores), que los apoye en la toma de medidas que favorezcan la prevención del riesgo en la salud de los niños, mediante una comunicación más efectiva.

Del diseño de información se tomó la idea de hacer significativa la información para los usuarios. Esta idea buscó generar una mejor *representación de la información* con la finalidad de dotarlos de herramientas que faciliten la adquisición de conocimientos para generar cambios de actitud.

De los sistemas y tecnologías se retomó en cuenta la idea de *un sistema de información*, cuyas diferentes alternativas de avisos de contingencias y/o precontingencias ambientales, pudieran hacer más eficientes y automatizados los avisos con los beneficios de las redes y de las TIC.

## 4.2 Sistema propuesto: aplicación móvil “Aire escuelas”

El uso del teléfono móvil se ha incrementado en los últimos años. Con las más recientes generaciones de dispositivos, los usuarios no sólo hacen uso del servicio de telefonía, sino que el acceso a internet se ha convertido en una de sus principales funciones. Por ejemplo, un estudio realizado por el IFETEL del 5 al 22 de noviembre de 2015 mostró los siguientes resultados:

Los dispositivos más utilizados para conectarse a internet son el teléfono móvil, con un 67%; la computadora de escritorio con un 50%. El 66% de los encuestados declaró que tiene acceso a internet en su teléfono móvil y, de las actividades que realizan por internet, predomina el uso de redes sociales. (IFETEL, 2016)

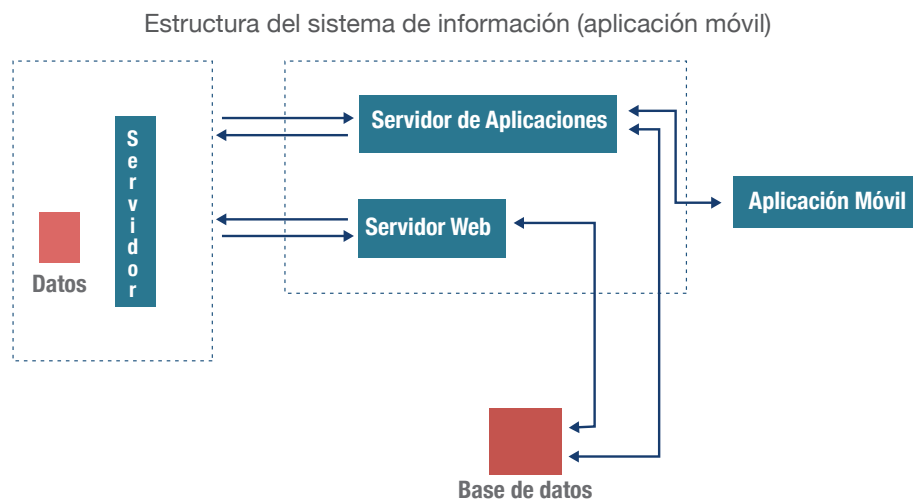
En el tercer informe trimestral de 2015, el IFETEL también menciona que las suscripciones a la telefonía móvil fueron equivalentes a 88 de cada 100 habitantes en México. No obstante, en comparación con los datos del IFETEL, durante el estudio cualitativo, se observó también que profesores y directores cuentan con por lo menos un dispositivo (teléfono o computadora) con acceso a internet.

El sistema propuesto para las escuelas es el desarrollo de una aplicación móvil como sistema de información y comunicación que envíe avisos, alertas y notificaciones a profesores y directores de escuelas primarias, sobre precontingencias y contingencias ambientales. Estos avisos llegan a los usuarios desde diferentes medios y canales (SMS, correo electrónico o mensajes en la aplicación misma). Además, el sistema se enriquece por medio de información sobre contaminantes, recomendaciones, estadísticas de salud, entre otros.

La aplicación móvil propuesta debe ser retroalimentada por alguna institución para su mantenimiento. La aplicación está directamente orientada a profesores y directores de escuelas primarias. Pues, de acuerdo con los resultados del estudio cualitativo y la investigación bibliográfica llevada a cabo, casi todos los profesores tienen un dispositivo móvil. Además, estas personas son quienes tienen la responsabilidad y el interés de proteger y garantizar el bienestar de los niños en edad escolar.

Para el caso de aquellas personas que no cuenten con un dispositivo móvil para descargar la aplicación, el sistema ofrece una segunda variante. Las personas podrán tener acceso a un sitio web (puede ser de la SEP o de la SEDEMA) en el que registrarán nombre de usuario, número de teléfono. El objetivo del registro es obtener la información necesaria para enviarle avisos vía SMS. De esta manera, se pretende mejorar la comunicación entre organismos encargados del monitoreo atmosférico y personal de escuelas primarias sin obligarlos a contar con un dispositivo de última generación.

La propuesta de aplicación móvil como sistema de información se esquematiza de la siguiente manera:



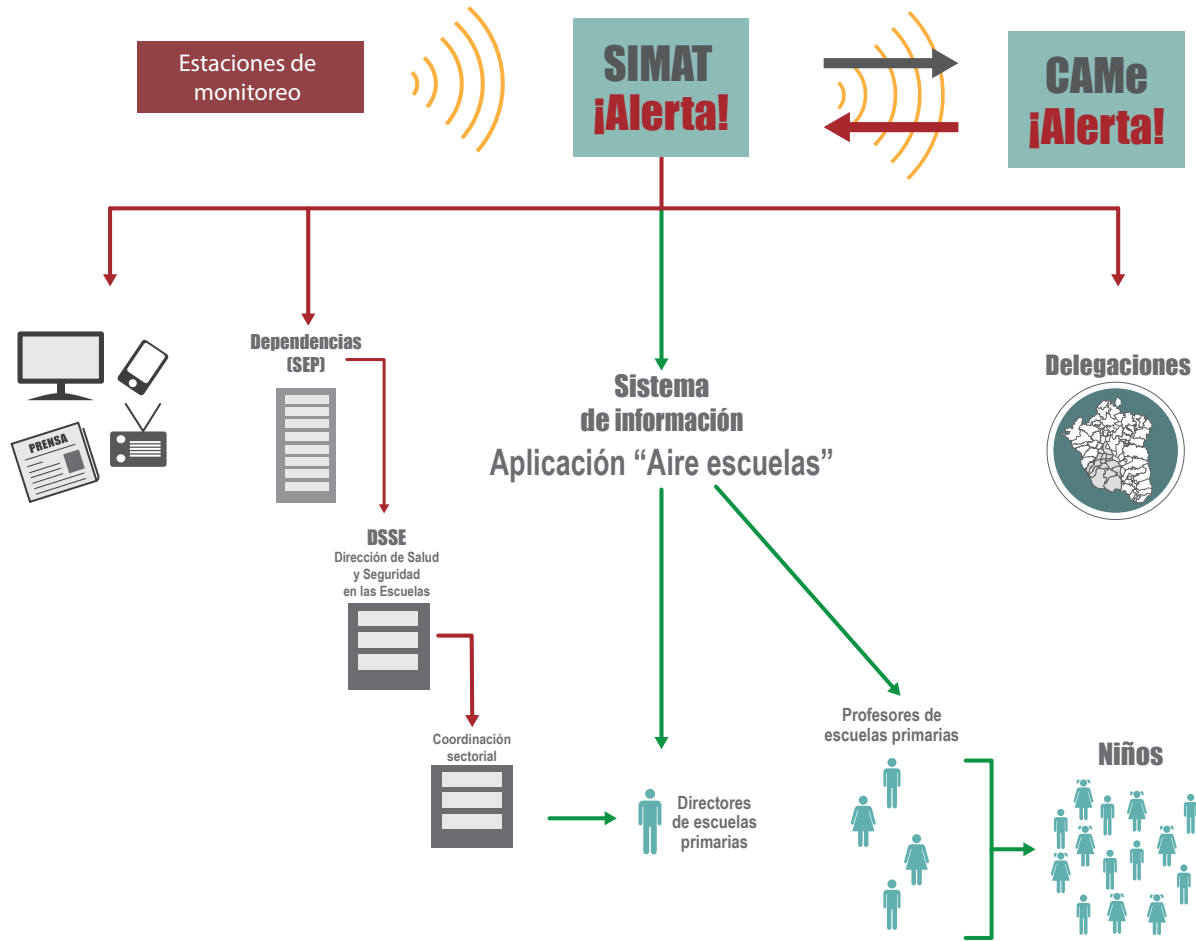
Esquema 7:  
Estructura del sistema de información propuesto.  
Elaboración propia

El proceso actual de información es el siguiente. En una situación hipotética donde se active la precontingencia ambiental, una vez que la CAME emite la alerta, el SIMAT contacta a personal de la SEP para notificarles. La persona encargada envía la notificación a los directores de escuelas primarias vía correo electrónico. Idealmente, el director de la escuela se encuentra frente a una computadora y al recibir un correo de aviso, sale a alertar a los profesores.

En la situación no deseada, el director no está en la dirección. Quizá esté en una actividad en el patio de la escuela o en una reunión. Por lo tanto, no revisa el correo sino hasta que regresa, que puede ser en unos minutos o hasta horas. Mientras tanto, los niños tuvieron clase de educación física, recreo o ensayo de coreografías. Para cuando el personal se entera de la precontingencia, los niños ya estuvieron expuestos al aire contaminado.

Con el sistema propuesto mediante la aplicación, la notificación de contingencias ambientales llegará a los directores y profesores a través de diversos canales: correo electrónico, mensaje de texto al celular, notificación-alerta al celular. Además a través de redes sociales (Facebook y Twitter) se podrá *compartir* la información sobre contingencias. De esta manera, podrán estar informados y recibir la notificación en donde se encuentren. En el caso del director, podrá enviar instrucciones a profesores para suspender actividades al aire libre y así prevenir el riesgo en la salud de los niños de manera oportuna.

## Propuesta para la transmisión de información a escuelas primarias en caso de precontingencia o contingencia ambiental



Esquema 8: Transmisión de información a través del sistema propuesto. Elaboración propia.



### 4.3 Actores o participantes y usuarios

Se han definido como actores a las personas que estarían interactuando con el sistema propuesto (aplicación móvil).

Encargados de la difusión del monitoreo atmosférico en la SEDEMA: se han tomado en cuenta como actores con una participación indirecta debido a que es necesario su análisis para la actualización del reporte de la calidad del aire. El prototipo de la aplicación se retroalimenta de la información pública existente en el sitio web y en la app de la SEDEMA en relación con la calidad del aire.

Profesores, directores y encargados de escuelas primarias: son quienes reciben mensajes y alertas en caso de precontingencia o contingencias ambientales y consultan información relacionada con la calidad del aire e información complementaria en cualquier momento. Toman decisiones de prevención del riesgo para los niños.

#### **Usuarios**

Como forma de resolver el problema identificado en este proyecto, se han definido como posibles usuarios finales principalmente a profesores, encargados y directores de escuelas primarias de la CDMX. Si en un futuro la aplicación expandiera su cobertura, los usuarios complementarios o alternativos serían deportistas, usuarios de ecobici, adultos mayores, personas con enfermedades relacionadas con la contaminación, entre otras.



# Capítulo 5

---

**Prototipo “Aire Escuelas”: Metodología (RAD)**

Durante el proceso de prototipado se utilizó una metodología de desarrollo, tolerante a los cambios que puedan darse durante su evolución, *Rapid Application Development*. La metodología RAD, como se mencionó en el capítulo 3, se divide en cinco fases: modelado de gestión, modelado de datos, modelado de procesos, generación de la aplicación y, por último, la etapa de pruebas y entrega. A continuación se describen las fases.

### 5.1. Modelado de gestión

El primer paso consistió en identificar el problema, una vez reconocido, se hizo un análisis de la información, y se establecieron una serie de requisitos. Éstos se definieron de acuerdo con las necesidades de los profesores y directores de las escuelas primarias, pero además tomando en cuenta la retroalimentación obtenida por parte de los encargados del monitoreo atmosférico.

Las interacciones básicas que el usuario podrá tener con la interfaz son las siguientes: **funcionales** (lo que el usuario podrá hacer)

- Configurar para recibir notificaciones y alertas en la aplicación en caso contingencia.
- Mediante un mensaje de texto (SMS) y/o correo electrónico, los usuarios podrán recibir avisos al momento de contingencias ambientales.
- Ver el reporte de calidad del aire y clima (temperatura).
- Compartir la calidad del aire en Facebook y/o Twitter.
- Interactuar e informarse sobre recomendaciones para la salud.
- Informarse sobre cómo contribuir a reducir la contaminación (ecotips).
- Mediante una gráfica los usuarios podrán ver las diferentes enfermedades asociadas a la contaminación en la Ciudad de México.
- Ver la calidad del aire de delegaciones aledañas.
- Ir a la sección de más información.

Para la generación del prototipo fue necesario responder preguntas como las siguientes: ¿Qué información conduce el proceso de gestión? ¿Qué información genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesa? Como resultado se obtuvo que la SEDEMA, como organismo encargado del monitoreo atmosférico, es quien actualmente genera y difunde a la población y organismos como la SEP (escuelas) información sobre la calidad del aire (índice IMECA, general y por zona; índice de radiación solar UV y reporte del clima). Esta información es dinámica y, usualmente, cambia cada hora de acuerdo con lo que procesa el organismo.

Para la información estática, se concluyó que la Secretaría de Salud genera información respecto a enfermedades relacionadas a la contaminación atmosférica. Esta información solamente se encuentra en bases de datos de acuerdo con ciertos periodos. En la red se encuentra información referente a la reducción del impacto de la contaminación en la salud, además de recomendaciones para la mitigación de la misma. Esta información ha sido tomada en cuenta para el contenido de la propuesta.

Para la construcción del prototipo se establecieron una serie de requisitos iniciales no funcionales y técnicos.

#### No funcionales

- Retroalimentación de acuerdo con la información pública de los organismos encargados del monitoreo atmosférico.
- Se contará con una interfaz fácil de usar y de interactuar para el usuario.
- El prototipo contará con registros de enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica en la CDMX, de la Secretaría de salud.
- Se contará con información diversa referente a la calidad del aire.

## Requerimientos técnicos

Para que el prototipo pueda funcionar es necesario contar con un servidor de aplicaciones para las tecnologías Java, MySQL, e internet. Para que los usuarios puedan acceder a la aplicación, es necesario contar con un teléfono móvil y/o correo electrónico y conexión a internet. Para ejemplificar las relaciones entre usuarios y requisitos funcionales, se realizó un diagrama de caso de uso. Ver el diagrama en el anexo B-2.

### 5.2 Modelado de datos

Para organizar la información, para definir los almacenes de datos y establecer cómo se relacionan entre sí, se analizó la información de acuerdo con las funcionalidades que debería tener el contenido<sup>16</sup>.

### 5.3 Modelado del proceso

Con base en las actividades que se llevarán a cabo dentro del sistema se definieron los procesos: Web scraping, envío de correo electrónico y aplicación, los cuales se precisan a continuación:

**Web scraping:** se usa para recolectar datos de la web y que sean mostrados en la aplicación.

**Envío de correo electrónico:** este proceso se usa para enviar notificaciones de alertas de contingencia ambiental, los correos a donde se envían los avisos o notificaciones son los que previamente los usuarios han registrado.

---

<sup>16</sup> Para ver diagrama de modelado de datos ir al anexo B-2.

**Aplicación:** Está basado en el proceso de Web scraping que recolecta información en la web para mostrarla en la aplicación, además de información referente a la contaminación atmosférica, el contenido se muestra a continuación mediante módulos.

- Interfaz: involucra algunas características como la calidad del aire, índice de radiación solar ultravioleta, temperatura actual y recomendaciones en torno a dicha información. Se crea a partir de la información generada por organismos encargados del monitoreo atmosférico (SEDEMA) así como de información estática explicativa.
- Entorno (CDMX): se crea a partir de la información generada por organismos encargados del monitoreo atmosférico, SEDEMA. Refleja la calidad del aire en distintos puntos de la ciudad (por delegación).
- Contaminantes: contiene información referente a los distintos contaminantes presentes en la atmósfera y sus afectaciones. Se genera a partir de información estática recopilada de diversas fuentes.
- Salud: se genera una gráfica a partir de registros de enfermedades de la Ciudad de México, proporcionados por la Secretaría de Salud. Es información estática.
- Ecotips: imágenes estáticas en la aplicación que incluyen información referente a la mitigación de la contaminación atmosférica.
- Más información: Definición de conceptos relacionados al tema, como son los IMECA y el UV.

El diseño de la aplicación se hizo también en función de los módulos.

## Módulo interfaz

Contiene características como



Imagen 1: *Módulo interfaz* presente en la aplicación. Elaboración propia

Para el proceso 1 y 3, se crearon diagramas de modelado de procesos, clases, y de los almacenes de información. Para el proceso 3, se elaboró también un diagrama de secuencias<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Para ver los diagramas, ir al anexo B-2.



## 5.4 Generación de aplicaciones

### 5.4.1. Diseño

Partiendo de la idea de que el diseño de información «representa el equilibrio funcional del significado de la información, las habilidades e inclinaciones del diseñador, y la percepción, la educación, la experiencia y las necesidades de la audiencia»<sup>18</sup> (Katz, 2012, p. 18), para el presente proyecto, se descubrieron las fallas de comunicación entre entidades encargadas del monitoreo atmosférico e instituciones educativas, además se evaluaron:

- El contexto.
- La pertinencia de la información a presentar.
- Aplicaciones existentes.

Posteriormente se definieron las funcionalidades de la aplicación propuesta, jerarquizándolas de acuerdo con la relevancia para el usuario. Una vez identificadas las funcionalidades se crearon los módulos que conformarán la aplicación. Algunas de las secciones requirieron subsecciones para evitar la saturación de información en las pantallas y hartazgo por parte del usuario.

Después se realizaron pruebas sobre los distintos elementos visuales empleados: los íconos propuestos, la tipografía, la gama cromática, los fondos, la disposición de elementos y la jerarquía de la información. Finalmente, se llevaron a cabo pruebas de usabilidad, para que, por medio de las nuevas tecnologías, el diseño y la arquitectura de información, definida como «el arte y la ciencia de la organización de la información para ayudar a que las personas cumplan con eficacia sus necesidades de información» (Hagedorn, 2000), el usuario sea capaz

---

<sup>18</sup> Traducción realizada por los autores. Cita original: «represents the functional balance of the meaning of the information, the skills and inclinations of the designer, and the perceptions, education, experience and needs of the audience»

de asimilar la información proporcionada, se reduzca la incertidumbre y la interacción con la interfaz sea agradable y sencilla.

## El contexto

El diseño de información no solo se encarga de definir los contenidos que se quieren presentar al usuario, esta disciplina también se preocupa de lo concerniente al entorno del mismo:

«Information design is the defining, planning, and shaping of the contents of a message and the environments it is presented in with the intention of achieving particular objectives in relation to the needs of users.» (IIID, 2000)<sup>19</sup>

Por medio de la observación directa, y una serie de entrevistas semi-estructuradas se identificaron las necesidades de acuerdo con el contexto y las situaciones en que los usuarios darían uso a la aplicación móvil, durante una contingencia ambiental y largos periodos de tiempo con índices de contaminación que pudieran afectar la salud de los niños.

Algunos de los hallazgos arrojados por el estudio cualitativo fueron que la edad de los usuarios va de los 22 a los 58 años, cuentan con dispositivo móvil, parte de sus responsabilidades en las escuelas es garantizar el bienestar y no exposición a situaciones de riesgo a los niños.

La elección de una aplicación móvil como medio para dar a conocer la información referente a contaminación atmosférica, se basa en que, toda app, si es bien diseñada, tiene su funcionalidad y su particularidad. De acuerdo con Tidwell (2011) es necesario diseñar para usarse en contextos tales como:

---

<sup>19</sup> Traducción realizada por los autores: «El diseño de información es la definición, la planificación y la conformación del contenido de un mensaje y los entornos en los que es presentado con la intención de alcanzar objetivos particulares en relación con las necesidades de los usuarios.»

- “Necesito saber este hecho ahora, rápido” (“I need to know this fact right now, quickly.”)
- “Tengo algunos minutos de sobra, así que entreténme” (“I have a few minutes to spare, so entertain me.”)
- “Conéctame socialmente” (“Connect me socially.”)
- “Si hay algo que necesite saber ahora, dímelo” (“If there’s something I need to know right now, tell me.”)
- “¿Qué hay de relevante en el lugar en el que estoy ahora?” (“What’s relevant to the place I’m in right now?”)

Las aplicaciones móviles son utilizadas solo en determinados intervalos de tiempo, bajo diversas circunstancias dependiendo de su finalidad. «Great mobile products are created, never ported. Start by understanding your users and the benefits the medium has to offer. Integrate needs, goals and context and you are off to a better start than most» (Fling, 2009:66)<sup>20</sup>.

#### Pertinencia de la información a presentar

La SEDEMA, a través de la Dirección de Monitoreo Atmosférico, mide la calidad del aire de la ZMVM. Actualmente cuenta con 33 estaciones distribuidas en la zona, las cuales registran los niveles de los principales contaminantes, en la dependencia se realiza un análisis de los datos generados y cada hora se reporta la calidad del aire.

La principal funcionalidad de la propuesta es presentar dicho reporte, no sólo los puntos IMECA, sino otros factores determinantes en la calidad del aire: el clima y la radiación solar UV. Se pretende utilizar la información generada por la SEDEMA con el objetivo de contribuir a su difusión.

---

<sup>20</sup> Traducción realizada por los autores: «Los grandes productos móviles son creados, nunca portados. Comienza por entender a tu usuario y los beneficios que el medio tiene para ofrecer. Integra necesidades, metas y contexto y estás para un mejor comienzo que la mayoría»

Por ello, el semáforo de calidad del aire y el del índice de radiación solar empleados se basan en los utilizados por la SEDEMA. Ambos semáforos se dividen en 5 niveles, identificados cada uno por un color: verde, amarillo, naranja, rojo y morado. Se elaboró un semáforo que, de un vistazo, comunique al usuario el índice IMECA, el índice de radiación solar UV y el clima; los principales elementos del mismo cambiarán de acuerdo con los últimos reportes.

Con base en el análisis de necesidades de los usuarios, se concluyó que es relevante presentar una breve descripción de los niveles en los que se divide el semáforo del índice de calidad del aire, además de mostrar recomendaciones básicas de acuerdo con cada nivel. Se utilizaron pequeños recuadros (uno por cada color del semáforo) que funcionan como botones para ir a la información de cada nivel.



Imagen 2: Muestra de propuesta gráfica de las pantallas principales (calidad BUENA y MALA), y de los cuadros con la descripción de los niveles del semáforo. Elaboración propia

Debido a las deficiencias identificadas en el modelo de comunicación sobre la calidad del aire entre instancias de monitoreo y escuelas, una de las principales funciones de la propuesta es enviar al usuario notificaciones sobre la activación de contingencia ambiental.

Se plantea utilizar *Notificaciones Push*, «la tecnología Push es una forma de comunicación en la que una aplicación servidora envía un mensaje a un cliente-consumidor. Es decir, es un mensaje que un servidor envía a una persona alertándolo de que tiene una información nueva.» (Qode, 2015) A través de este tipo de notificaciones, el usuario no requiere ejecutar la aplicación para recibir la información, es decir, «las notificaciones push despiertan al móvil esté o no ejecutando la aplicación.» (Qode, 2015)

Al instalar la aplicación, se presenta al usuario la posibilidad de permitir que se envíen notificaciones y podrá modificar dicha configuración en el momento en el que lo desee. Además, dentro de la aplicación será posible ver la notificación y el historial de contingencias ambientales, con la posibilidad de compartir la alerta.

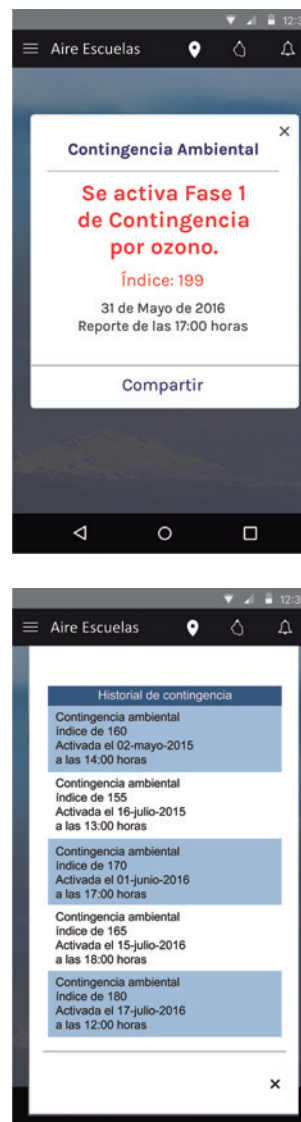


Imagen 3: Muestra de propuesta gráfica de los apartados *Contingencia Ambiental* e *Historial de contingencias*. Elaboración propia

Durante el trabajo realizado dentro de las escuelas, se detectó una variación en el grado de conocimiento sobre distintos aspectos relacionados a la contaminación atmosférica entre los profesores y directivos, esto asociado a los hallazgos en el análisis de proyectos similares, pues en varios se detectó una falta de información referente a los contaminantes presentes en la zona, la definición del IMECA y del índice de radiación solar así como lo relacionado a enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica.

Parte de los objetivos de la propuesta es presentar al usuario información que le ayude a entender el problema de la contaminación y sus consecuencias a la salud, por ello se decidió incluir en un menú los apartados de:

**Contaminantes**, con definiciones de cada uno y sus efectos en la salud.

**Salud**, se presenta una gráfica con las enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica en el 2015 (dicha información se obtuvo de la Secretaría de Salud).

**CDMX**, en este apartado el usuario puede visualizar la calidad del aire de cada delegación.

**Ecotips**, se presentan sugerencias para ayudar a reducir la contaminación. Esta información se obtuvo de diversas fuentes: la SEDEMA, la EPA (Environmental Protection Agency).

**Más información**, se muestra la definición del IMECA y la del índice UV.

**Configuraciones**, en esta sección el usuario puede modificar la configuración de la aplicación: permitir o no el uso de su ubicación para que se le muestre la calidad del aire de la zona en que se encuentre, activar y desactivar las opciones para compartir (redes sociales, correo, SMS). A futuro se plantea aumentar la personalización, de manera que el usuario reciba sólo la información que desee.

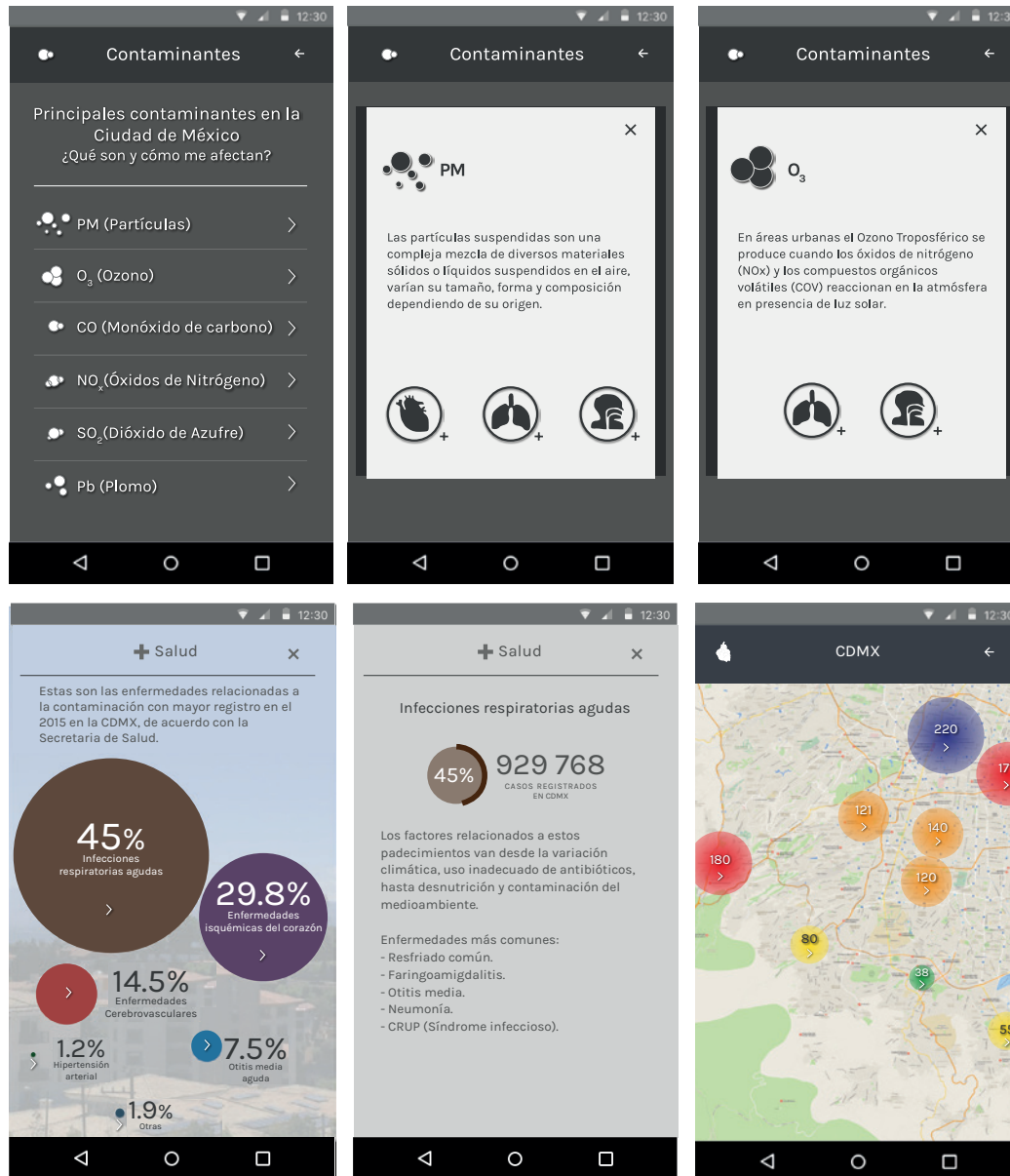


Imagen 4: Muestra de propuesta gráfica de los apartados *Contaminantes*, *Salud* y *CDMX*. Elaboración propia

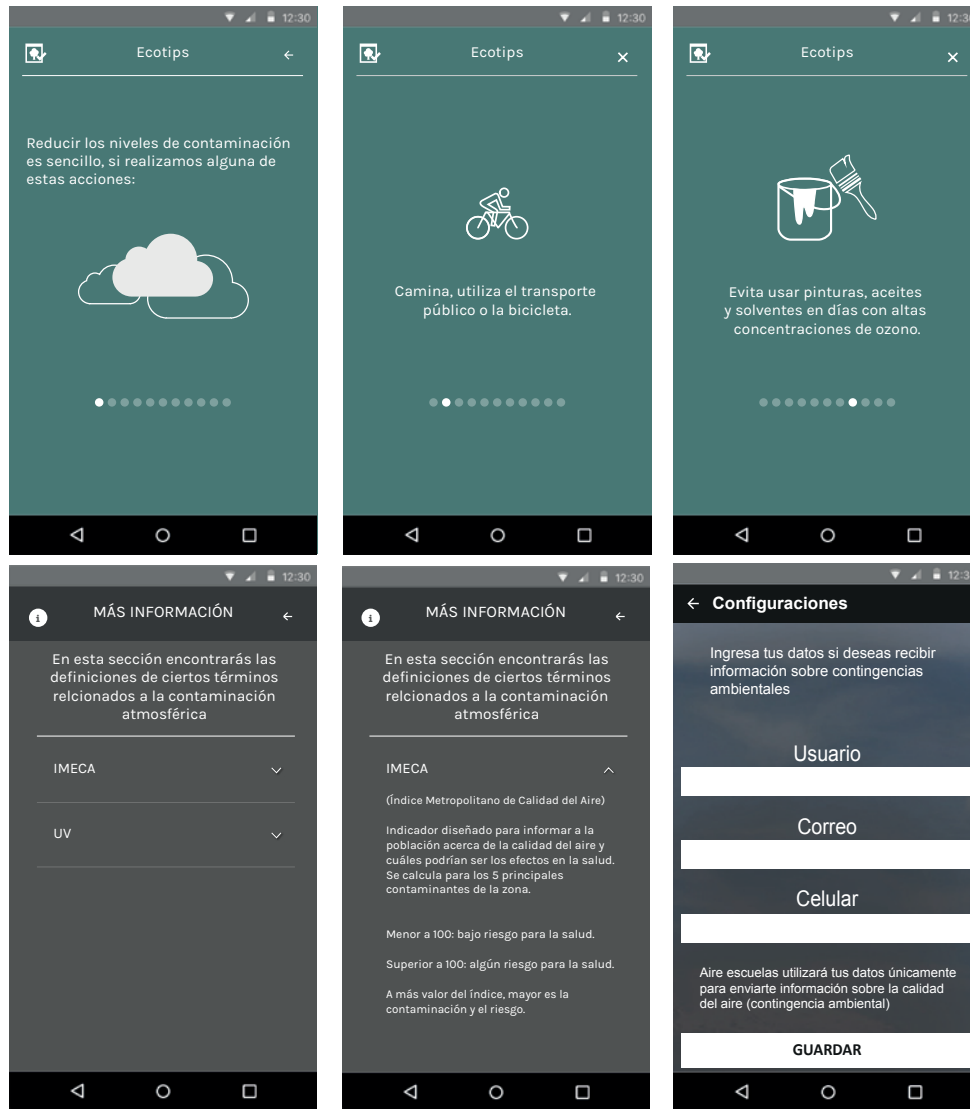


Imagen 5: Muestra de propuesta gráfica de los apartados *Ecotips*, *Más Información* y *Configuraciones*. Elaboración propia



## Análisis de aplicaciones existentes

Existen diversas aplicaciones móviles dedicadas a la contaminación atmosférica, en México contamos con la aplicación oficial de la SEDEMA, que refleja exclusivamente información referente a la ZMVM.

Alrededor del mundo, algunas aplicaciones no solo dan a conocer los datos sobre contaminación atmosférica del país en el cual fueron creadas, sino que pretenden llegar a otras latitudes, dando a conocer las condiciones del aire que respiramos.

Sin embargo, ya sea por diferencias culturales y de estandarización, o por fallas en el diseño de la información presentada, algunas de estas aplicaciones no cumplen con sus objetivos: «Whatever the medium and whatever the content, the purpose of information design is to convey information to the user. If the user can't understand it, the design and the designer have failed» (Katz, 2012)<sup>21</sup>.

Para lograr mejores resultados, en el presente proyecto se analizaron algunas de estas aplicaciones, sus fallas y aciertos, teniendo en cuenta las diferencias entre los diversos países donde fueron creadas así como las distinciones entre los usuarios meta. Las aplicaciones analizadas fueron las siguientes<sup>22</sup>:

World air	Air bubbles
Aire Madrid	Es tu aire
Caliope	Plume Air Report
Real time air quality	Aire CDMX
Aire SCL	

---

21 Traducción realizada por los autores: «Cualquiera que sea el medio y cualquiera que sea el contenido, el propósito del diseño de información es el de transmitir información al usuario. Si el usuario no puede entenderlo, el diseño y el diseñador han fallado»

22 Para ver a detalle el análisis realizado, ir al anexo B-1 Estado del arte.

Gracias al análisis se detectaron algunas fallas en cuanto a contenido y estructura. Por ejemplo, algunas aplicaciones manejan poca información, provocando que el usuario rápidamente las “agote”. Otras, por el contrario, presentan gran cantidad de información, que no sólo satura al usuario, sino que puede provocar un lento despliegue de los contenidos, provocando frustración. Por ello, se intentó lograr un equilibrio en cuanto a la importancia de la información presentada y al volumen de la misma.

Algunos productos utilizan elementos gráficos que no son apropiados para visualizarse en pantallas de teléfonos móviles (si bien la evolución en el diseño de los mismos apunta a pantallas cada vez más grandes, es conveniente diseñar pensando en usuarios que no posean dispositivos de última generación). Por lo tanto, se diseñaron elementos de tamaño legible aún en pantallas pequeñas.

El punto fuerte del análisis consistió en detectar los aciertos y, aquellos que convengan al proyecto, retomarlos para la propuesta, basándose en la idea de aprovechar lo que ha funcionado para los usuarios. Pues el uso de convenciones, en ocasiones, garantiza una adecuada interacción entre el sistema propuesto y el usuario, entendiendo la convención «como un acuerdo que nos permite pactar algunas formas de nombrar, entender y estar en el mundo.» (Ardèvol & Muntañola, 2004:151)

Como apunta Wurman «people only understand something relative to something they already understand» (Katz, 2012:33)<sup>23</sup>. Y de acuerdo con Krug, las convenciones «efectivas ayudan al usuario a desplazarse de un sitio a otro sin grandes esfuerzos para descubrir el funcionamiento de las cosas. Se crea una sensación tranquilizadora de familiaridad» (2006:35). Esto contribuirá a una interacción satisfactoria entre el usuario y la aplicación propuesta.

---

<sup>23</sup> Traducción realizada por los autores: «las personas solo comprenden algo relativo a algo que ellos ya comprenden»

#### 5.4.2. Construcción

Para llevar a cabo la construcción de la aplicación se utilizaron diversas herramientas de programación, lenguajes y sistemas. A continuación se describen cada una de estas herramientas:

**Java:** «Programming language is a general-purpose concurrent, class-based, object-oriented. It is designed to be simple enough that many programmers can achieve fluency in the language»<sup>24</sup> (Gosling et al., 2000:1). Para la construcción del prototipo se utilizó el lenguaje de programación Java por la facilidad que presenta para el mantenimiento.

**Web scraping (batch):** Se utilizó como técnica para la recolección de datos del sitio web de la SEDEMA.

**MySQL y SQL Lite:** MySQL se utilizó para crear tablas donde se almacena información referente a la calidad del aire, del clima y radiación solar UV. SQL Lite es una biblioteca que se incorpora al sistema, para hacer más ágil la comunicación entre procesos. Utilizando ambos es más fácil la comunicación.

**Android:** Un estudio de Business Insider sobre ventas de Smartphone mostró que 95% de los encuestados poseen un Smartphone mientras que el 5% restante aún posee modelos anteriores. Del sistema operativo más significativo, el 51.4% utiliza Android mientras que el 33% usa iOS, un 8.3% BlackBerry y el resto utiliza algún otro (Hipertextual, 2011). Otra encuesta de la consultora IDC, refiere que Android fue el sistema operativo más usado a nivel mundial, un analista refiere que es debido al bajo costo (Expansión, 2013). La aplicación propuesta utiliza el sistema operativo Android, a futuro podría desarrollarse para otros sistemas operativos.

---

<sup>24</sup> Traducción realizada por los autores: «El lenguaje de programación (*Java*) es de propósito general concurrente, basado en clases y orientado a objetos. Está diseñado para ser lo suficientemente simple que muchos programadores pueden lograr una mayor fluidez en el idioma»

**Servidor de aplicaciones:** Para el funcionamiento de los procesos del prototipo, la UAM Cuajimalpa prestó un servidor.

**Creación de un web services con PHP y JSON:** permite realizar acciones (4 servicios): ingresar datos de usuario (teléfono y correo), obtener la calidad del aire (Ciudad de México y área metropolitana), obtener la lista para el mapa de la calidad del aire (ZMVM y área metropolitana) y obtener el historial de contingencias.

## 5.5 Pruebas y entrega

La metodología RAD incorpora la usabilidad y la comprobación del buen funcionamiento del producto a entregar. Las pruebas utilizadas por dicha metodología son de usabilidad, funcionalidad y requerimientos, las cuales se explican a continuación.

### 5.5.1 Pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad son un factor clave para el éxito de un producto o software, pueden ser desarrolladas mediante la interacción del usuario con un prototipo. Las pruebas de usabilidad «generan un puente entre las ideas que tienen los desarrolladores sobre la interfaz y las ideas de los usuarios.» (Florián, Solarte & Reyes, 2010:125).

De acuerdo con la norma ISO 9241, la usabilidad es el «grado en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso.» (Online Browsing Platform, 2016). La usabilidad «es una cualidad abstracta por lo cual no puede ser medida. Se descompone habitualmente en "atributos" que pueden ser medidos utilizando técnicas llamadas pruebas de usabilidad» (Mascheroni, Greiner & Petris, 2012: 657).

Para el desarrollo del prototipo se realizaron pruebas de usabilidad a profesores y directores. Se tomó en cuenta lo siguiente:

- **Fácil aprendizaje:** Qué tan fácil era de aprender para cualquier usuario desde la primera vez que interactuaba con el prototipo.
- **Experiencia de usuario:** Se plantearon iconos y características que fueran fáciles de aprender por estar relacionadas a la experiencia de usuario, que el usuario hubiese visto en otras aplicaciones. Mediante las pruebas se identificó qué tanto los usuarios se familiarizan con esa experiencia.
- **Retención en el tiempo:** Qué tanto recordaba el usuario el uso del sistema
- **Eficiencia:** Se tomó en cuenta el tiempo que el usuario tardaba al realizar actividades de búsqueda, consulta, entre otras.
- **Errores:** Los más cometidos por los usuarios, cómo podrían ser disminuidos y cómo se entendían en el sistema.
- **Satisfacción del usuario:** Para el planteamiento inicial se pensó en información y características que fueran de interés para el usuario de acuerdo con sus necesidades. En las pruebas de usabilidad se tomó en cuenta la impresión que el sistema (aplicación móvil) dejó en los usuarios.

De acuerdo con las pruebas realizadas, los usuarios fácilmente interactuaron con la aplicación y la principal funcionalidad se logró, pues el total de ellos identificaron el reporte de calidad del aire y el clima. Con relación a los elementos gráficos propuestos los consideraron adecuados, e hicieron algunas observaciones en lo que respecta al icono de compartir en la pantalla de inicio, los elementos en el apartado de Entorno y la gráfica de enfermedades asociadas a la contaminación.

Se observó que los usuarios, al comenzar a interactuar con la aplicación, se tomaron su tiempo, y, poco a poco, se familiarizaron con la navegación. Al hacer una segunda exploración recordaban fácilmente dónde se encontraban los apartados a los que deseaban acceder. Igualmente, consideraron relevante la información incluida en la propuesta y la ruta de navegación resultó eficaz<sup>25</sup>.

### 5.5.2 Pruebas de funcionalidad

Tienen como finalidad verificar si al momento de la entrega el sistema o prototipo cuenta con las funcionalidades que se especificaron en los requisitos iniciales o que se definieron durante el proceso con el cliente y usuarios. El objetivo de las pruebas funcionales es validar si «el software cumple o no con sus especificaciones; la prueba funcional toma en cuenta el punto de vista del usuario» (Navarrete, 2012: 29). Para validar la funcionalidad, se establecieron instrucciones para la interacción con el prototipo y posteriormente se aplicó un cuestionario, donde se solicitó a los entrevistados que valoraran si la app contaba o no con las funcionalidades<sup>26</sup>.

Actualmente, el prototipo cuenta con las funcionalidades, durante las pruebas e interacciones con posibles usuarios se calificó bien. Sin embargo, cabe mencionar que se está utilizando el servidor que la UAM facilitó para los procesos, en el caso del índice de radiación solar UV, no hay precisión para la actualización, por lo que se actualiza cada hora de la misma manera que la calidad del aire, lo cual podría tener variaciones para los UV; la gráfica de enfermedades no se actualiza porque los datos proporcionados por la Secretaría de Salud es información estática. Lo anterior es importante para la viabilidad de que la app pueda estar en Play Store.

---

25 Para ver los resultados de las pruebas de usabilidad, ir al anexo B-4.

26 Para ver resultados de las pruebas de funcionalidad, ir al anexo B-4.

La funcionalidad de los procesos e información dinámica es posible mediante el servidor de la UAM e información del sitio web de la SEDEMA; en caso de que ya no se proporcione el servidor o haya cambios en el sitio web, “Aire Escuelas” dejaría de funcionar o tendría fallas. De la misma manera, en caso de no haber alguien que actualice la información de la gráfica de enfermedades en un periodo de tiempo quedaría obsoleta. En la reunión más reciente con la SEDEMA se expuso el prototipo y comentaron del desarrollo de una API para el público, lo cual resultaría provechoso para la funcionalidad continua de esta aplicación.

### 5.5.3 Pruebas de requerimientos

Los requerimientos «describen el qué hará el sistema» (Navarrete, 2012: 12). Para la evaluación, se ha establecido una serie de preguntas y respuestas para analizar y determinar si el prototipo cuenta con los requisitos definidos hasta el momento de la entrega. De manera general, se puede decir que sí cuenta con los requisitos.

En el caso del requisito de alertas para contingencias ambientales, se estableció que a partir de 150 puntos IMECA se activará la alerta (actualmente el SIMAT y la CAME toman la decisión de enviar el aviso de contingencia después de que un contaminante excede los límites recomendados para la salud, 150 puntos IMECA, en cualquiera de sus estaciones de monitoreo). En el caso de la radiación solar UV, al no haber precisión de actualización, se estableció que se actualizaran cada hora. Éstos índices podrían ser modificados por quien de mantenimiento a la aplicación o de acuerdo al reglamento para contingencias ambientales y de contaminantes en un determinado momento<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Para ver la tipificación de los resultados de requerimientos, ir al anexo B-4.





# Capítulo 6

---

**Conclusiones e investigación futura**

## Conclusiones

De acuerdo con el estudio cualitativo llevado a cabo en las seis escuelas primarias, se identificó que la información sobre la calidad del aire es tomada en cuenta por los encargados de las escuelas al decidir si los niños pueden realizar actividades al aire libre. Así mismo, se averiguó que los protocolos que siguen las escuelas en caso de una contingencia ambiental consisten en suspender actividades al aire libre así como clase teórica de educación física en las aulas.

Sobre si los encargados de las escuelas se informan sobre la calidad del aire, se infirió que la mayoría lo hace. En relación con el conocimiento que poseen los directores y docentes sobre el tema de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, se averiguó que identifican a los niños como uno de los sectores más vulnerables, sin embargo, no conocen a fondo los daños que ocasionan a la salud los principales contaminantes presentes en la zona.

Por otra parte, el estudio proporcionó datos sobre el sistema actual de transmisión de la información en caso de contingencia ambiental. El canal por el que se informa a los directores de escuela es el correo electrónico y se ha identificado que no es eficiente la forma de transmisión de la información sobre la calidad del aire de los organismos encargados del monitoreo atmosférico hacia los tomadores de decisiones de las escuelas primarias. Existen fallas dentro del proceso comunicativo, pues no siempre llega a tiempo el aviso.

Esto permitió pensar en cómo mejorar los canales de comunicación para que los avisos de contingencia ambiental sean recibidos de manera oportuna y apoyen la aplicación de medidas para proteger la salud de los niños, toda vez que, actualmente las escuelas no cuentan con un sistema de información sobre contaminación atmosférica. Gracias a la identificación de estas ineficiencias, se generó una propuesta interdisciplinaria para mejorar el proceso comunicativo.

La investigación documental desarrollada también permitió identificar diversos problemas que contribuyen a la contaminación (incremento de la población, incremento del parque vehicular, falta de áreas verdes). Se infirió que hay una falta de certeza en los datos de salud (enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica), pues varían de acuerdo a la institución que los publique.

Ya que la investigación se centró en las escuelas primarias y en la forma en que les transmiten la información relacionada a la contaminación atmosférica, una vez identificadas las fallas en el proceso de comunicación, se propuso un nuevo sistema que, en caso de mala calidad del aire o contingencias ambientales, mediante una aplicación móvil envíe notificaciones, alertas y avisos desde diferentes canales. El objetivo es que la información llegue en el momento oportuno para que tomadores de decisiones de escuelas lleven a cabo medidas de prevención del riesgo en la salud de los niños.

Además, esta aplicación presenta, entre sus características principales, información complementaria sobre contaminantes, efectos en la salud, entre otros. Estas particularidades se plantean con el fin de contribuir al conocimiento de los docentes y directores sobre los efectos en la salud que ocasiona la contaminación atmosférica. Un punto fuerte de la propuesta es que los avisos de activación de contingencia lleguen al usuario a través de alerta y *notificación push*, en este caso, para que llegue el aviso no hace falta estar ejecutando la aplicación. Otro punto, es la opción de compartir el reporte de calidad del aire a través de redes sociales, acción que el usuario podrá llevar a cabo cuando lo desee, no sólo cuando se active una contingencia ambiental.

Esta característica responde a los hallazgos del análisis de productos similares, entre ellos la aplicación *Aire* de la SEDEMA. Recientemente actualizaron la aplicación e incorporaron ideas similares a las propuestas: en caso de contingencia, alerta, compartir un informe vía SMS, compartir en redes sociales, reporte por contaminante. No obstante, sólo es posible compartir un manual de acción cuando se activa la contingencia.

Dado que hay un porcentaje de la población que no cuenta con un celular con características técnicas para descargar la aplicación, la propuesta *Aire Escuelas* incluye la opción de que el usuario registre su correo electrónico y número de celular para que el aviso de contingencia le llegue también por SMS o correo electrónico. La propuesta, además de lo ya mencionado, cuenta con recomendaciones específicas para escuelas, datos de enfermedades asociadas a la contaminación y ecotips.

La aplicación se ha propuesto para tomadores de decisiones en las escuelas como forma de resolver el problema identificado en el estudio cualitativo. Sin embargo, los beneficios podrían extenderse a otros grupos vulnerables como adultos mayores, deportistas y gradualmente a toda la población, toda vez que los efectos adversos de la contaminación atmosférica atañen a todos.

Para el desarrollo del prototipo, los datos del reporte de calidad del aire se obtienen del sitio web de la SEDEMA y se está utilizando un servidor que la UAM proporcionó. La propuesta con todas sus características se presentó el 24 de febrero de 2016 al químico Armando Retama, Director de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA y a su equipo de trabajo. Con el objetivo de obtener retroalimentación y abrir la posibilidad de utilizar claves de acceso para la obtención de la información en un futuro cercano o que sea la propia estancia la que sostenga la aplicación. En dicha reunión, se comentó que la aplicación inclusive podría ser promovida ante la SEP con el apoyo de la SEDEMA.

Recientemente se llevó a cabo otra reunión con el químico y su equipo para mostrarles el prototipo en su etapa más reciente y obtener las claves, o bien entregarles la propuesta. Se mencionó que está en proceso el desarrollo de una API donde cualquier ciudadano interesado pueda tener acceso a la información del monitoreo atmosférico y hacer uso de ella. Para el presente proyecto, resulta beneficioso, pues así se garantiza, por lo menos respecto a esta información, que la aplicación siga funcionando.

En lo que respecta al servidor que la UAM facilitó para el presente proyecto, en caso de que dejara de proporcionarlo, tendría que gestionarse la obtención de otro. De no ser así la aplicación dejaría de funcionar o no trabajaría en su totalidad. Lo ideal es que alguna dependencia de gobierno atraiga el proyecto para el mantenimiento de la aplicación o que sea la misma UAM la que la gestione, con miras a proyectos futuros relacionados con el tema.

Para el trabajo futuro

En caso de que la SEDEMA o la SEP adoptaran la aplicación *Aire Escuelas*, la investigación futura haría un estudio en escuelas primarias de la Ciudad de México, en un periodo de seis meses a un año, para determinar si con la propuesta mejoró la comunicación entre organismos del monitoreo atmosférico y las escuelas. Si ninguna instancia adopta la propuesta, se podría hacer un estudio para evaluar si las modificaciones a la aplicación *Aire* resultaron adecuadas.

Este estudio cobra relevancia porque ha sido enfocado en las escuelas, donde está uno de los sectores de la población más vulnerables: los niños. Sin embargo, se requiere ampliar la zona de investigación a primarias de la megalópolis, con la finalidad de dar mayor solidez a los hallazgos, además de proporcionar una herramienta a los directores y profesores de toda la zona.

Esto último se propone debido a que el problema de la mala calidad del aire no es exclusivo de la ZMVM. Esta también afecta a diversas ciudades del país. Recientemente la OMS publicó una clasificación de las ciudades más contaminadas por partículas PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub><sup>28</sup>. En México, Monterrey ocupa el primer lugar, seguido de Toluca, Salamanca, León, Irapuato, Silao, la Ciudad de México, Guadalajara y Puebla (León, 2016). Los proyectos funcionales respecto a este tema pueden llevarse a otras ciudades para proteger la salud de la población.

Las investigaciones futuras relacionadas con este estudio, deben orientarse hacia el análisis de la efectividad o deficiencia de los sistemas actuales de monitoreo atmosférico y proponer soluciones innovadoras con el apoyo de la tecnología. Además las investigaciones deben analizar las bases de datos de registros de enfermedades relacionadas a la contaminación atmosférica.

Dado que la exposición a partículas compromete gravemente la salud de la población, principalmente de niños y adultos mayores y que, en el sector educativo en todo el país se debe garantizar el bienestar de los menores, se abre la puerta para trabajar e implementar los proyectos a nivel nacional que informen a la población sobre los riesgos de la contaminación, que le alerten, le apoyen en la búsqueda de soluciones y que contribuyan al conocimiento del tema. De igual manera y como parte de la educación ambiental, se deben desarrollar proyectos o herramientas enfocados directamente a los niños y a la población.

---

28 Clasificación elaborada por la OMS. Esta categorización recoge datos de casi 3 mil ciudades alrededor del mundo.

# Anexos

---

## Anexo A

### Información complementaria de la investigación

#### A - 1 Observación durante las visitas en primarias de las delegaciones Cuajimalpa y Cuauhtémoc.

Cuajimalpa	Primaria Belisario Domínguez Turno: vespertino
<p>Inicialmente nos atendieron la directora y la subdirectora, se mostraron muy amables. Las entrevistas a los profesores se hicieron en las aulas o en el patio durante el recreo. Se observó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Se observa el tamaño de la escuela, es grande, tiene un patio techado pero no cerrado, y dos sin techo.</li><li>— Es el turno vespertino y ya no hace tanto calor, sin embargo, la calidad del aire es mala y hay niños jugando en los patios descubiertos, durante el recreo o en clase de educación física.</li><li>— Al entrevistar en otros salones, se observó otro patio, también descubierta, donde juegan los niños más pequeños.</li><li>— Cerca de la escuela hay avenidas donde pasan constantemente camiones que transportan materiales de construcción.</li><li>— En la escuela hay una estación de monitoreo atmosférico pero esa información la desconocen la directora y la subdirectora.</li><li>— Con excepción de los profesores de educación física, se observó poco conocimiento en los entrevistados sobre contaminación atmosférica, contaminantes, normas de calidad del aire.</li><li>— Se observó otra actividad al aire libre donde los niños salen con sus profesores al patio.</li></ul>	

Cuadro 1: Resultados de la observación de la escuela primaria Belisario Domínguez. Delegación Cuajimalpa



Cuajimalpa	Escuela primaria: Xochiquetzal Turno: vespertino
<p>El primer contacto fue con la directora, al inicio se mostró un poco seria pero en la siguiente visita fue muy amable y estuvo dispuesta a apoyarnos. Se observó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— La directora nos invita a recorrer las instalaciones y los salones, se observa a algunos niños ensayando en las canchas y otros estudiando en su aula.</li> <li>— La directora se muestra abierta al diálogo y nos platica de dónde vienen los niños y en general la situación escolar.</li> <li>— Los profesores se muestran amables.</li> <li>— Se observa que hay dos patios; uno está techado y el otro no, el que está techado no es cerrado.</li> <li>— Sólo hay un árbol dentro de la escuela y muy pocos en la zona.</li> <li>— Las avenidas aledañas tienen flujo vehicular durante todo el día.</li> <li>— Se mencionan las fallas en los avisos mediante el correo.</li> </ul>	

Cuadro 2: Resultados de la observación de la escuela primaria Xochiquetzal. Delegación Cuajimalpa

Cuajimalpa	Escuela primaria: José Luis Vieyra González Turno: vespertino
<p>El director mostró disposición para apoyarnos, nos habló de cómo es la estructura del aviso sobre precontingencias y contingencias ambientales hasta llegar a ellos mediante el correo electrónico. Nos citó otros días para continuar las entrevistas con los profesores y solicitó un reporte con los resultados. La observación en esta escuela arrojó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— La escuela es grande.</li> <li>— Las entrevistas a los profesores se hicieron en las aulas, una profesora no quiso contestar la entrevista.</li> <li>— Un patio es techado, aunque no cerrado. Ahí un grupo estaba ensayando una obra.</li> <li>— Casi no hay árboles dentro de la escuela ni en la zona, cerca de la escuela se encuentra la carretera federal México - Toluca y la Av. Juárez, ambas con bastante flujo vehicular lo cual hace más vulnerables a los niños cuando hay contingencias o precontingencias ambientales.</li> </ul>	

Cuadro 3: Resultados de la observación de la escuela primaria José Luis Vieyra. Delegación Cuajimalpa

<b>Cauhtémoc</b>	<b>Escuela primaria: República de Suiza Turno: Jornada ampliada</b>
<p>Llegamos sin cita previa, no estaba la directora pero la maestra encargada que nos recibió fue muy amable y llamó a los profesores para que se les entrevistara. Ese primer día sólo se aplicaron dos entrevistas, en los días siguientes se aplicaron al resto. De manera general se observó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>—• La escuela tiene un solo patio y es descubierto</li><li>—• Son días soleados, hay niños haciendo educación física en el patio.</li><li>—• Los profesores dicen que no les llegan los avisos de precontingencias o contingencias ambientales a tiempo.</li><li>—• En la zona hay mucho flujo vehicular, frente a la escuela hay un verificentro, por lo tanto, frecuentemente entran automóviles y está cerca el eje central Lázaro Cárdenas.</li></ul>	

Cuadro 4: Resultados de la observación de la escuela primaria República de Suiza. Delegación Cauhtémoc

<b>Cauhtémoc</b>	<b>Escuela primaria: Pedro Sainz de Baranda Turno: Jornada ampliada</b>
<p>No teníamos cita, pero al llegar se les explicó a la directora y al subdirector el objetivo de la visita. Se mostraron muy amables y permitieron realizar las entrevistas. De manera general se observa lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>—• La primaria tiene un solo patio, el cual no está techado.</li><li>—• Hay pocos árboles y son muy pequeños.</li><li>—• La primaria está cerca a la escuela República de Suiza, por lo tanto, las características de la zona son similares en cuanto al flujo vehicular y a los comercios en las inmediaciones de la escuela.</li><li>—• Se observan niños jugando en el patio, hace bastante calor y la calidad del aire no es buena.</li></ul>	

Cuadro 5: Resultados de la observación de la escuela primaria Pedro Sainz de Baranda. Delegación Cauhtémoc

<b>Cuauhtémoc</b>	<b>Escuela primaria: Rafael Ramos Pedrueza Turno: Jornada ampliada</b>
<p>Al llegar, temprano, la directora se mostró un poco seria. Se le comentó acerca del proyecto y del permiso que se tramitó en la SEP. Finalmente, aceptó que se realizaran las entrevistas pero nos citó para otro día.</p> <p>Al acceder a las instalaciones, se observó lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>—• Los alumnos se encontraban en las aulas con sus profesores.</li><li>—• No hay ningún patio techado.</li><li>—• Frente a la escuela está el Mercado Hidalgo, secciones I y II y hay comercio ambulante.</li><li>—• La escuela se encuentra entre avenidas con flujo vehicular constante y cerca del eje central Lázaro Cárdenas.</li><li>—• Las características de la zona hacen aún más vulnerables a los niños cuando hay precontingencia o contingencia ambiental.</li></ul>	

Cuadro 6: Resultados de la observación de la escuela primaria Rafael Ramos Pedrueza. Delegación Cuauhtémoc

## A - 2 Imágenes de las escuelas

### Escuelas primarias de la Delegación Cuajimalpa



---

#### ● Xochiquetzal

Uno de los patios no está techado, el principal sí. La escuela se encuentra en una zona con pocos árboles, las casas se encuentran muy concentradas.



---

#### ● Belisario Domínguez

Cuenta con varios patios, el principal no está techado. En Av. San José de los Cedros y otras aledañas, hay tránsito constante de camiones y autos.



---

#### ● José Luis Vieyra

En la zona en la que se encuentra la escuela hay pocos árboles.

Muy cerca está la carretera federal México-Toluca y la Avenida Juárez, ambas con flujo vehicular constante.

Imagen 6: Resultados de la observación de las escuelas y su entorno de la delegación Cuajimalpa. Fotografías propias.

## Escuelas primarias de la Delegación Cuauhtémoc



### ● Suiza

Colinda con el Mercado Hidalgo, a unas cuadras del Eje Central Lázaro Cárdenas. Cuenta con un patio no techado. Frente a la escuela hay un verificentro. Tránsito vehicular constante.



### ● Pedro Sainz de Baranda

En calles aledañas (Dr. Olvera y Dr. Andrade) hay tránsito vehicular constante. Zona comercial. Cuenta con un patio no techado.



### ● Rafael Ramos Pedrueza

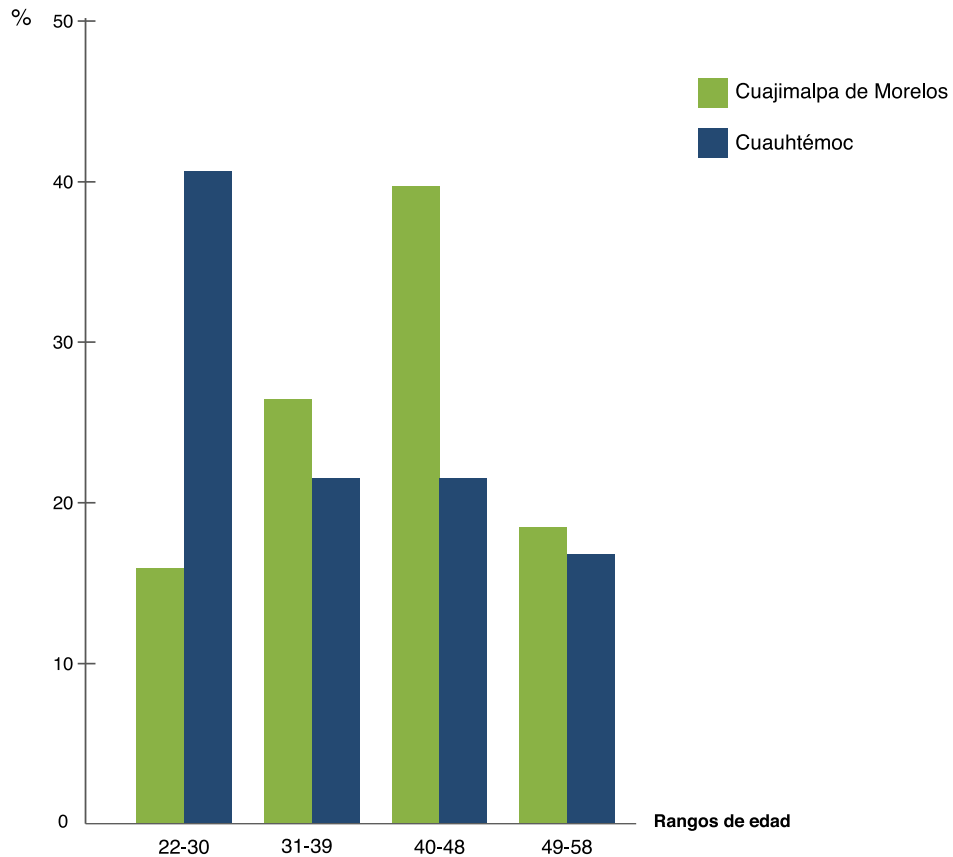
Frente a la escuela hay un mercado y en las aceras se instalan comerciantes de diversos productos. A una cuadra está el Eje Central Lázaro Cárdenas, el flujo vehicular es pesado.

Imagen 7: Resultados de la observación de las escuelas y su entorno de la delegación Cuauhtémoc. Fotografías propias.

### A - 3 Continuación de datos numéricos resultados de las entrevistas

Resultados complementarios de las entrevistas de la investigación cualitativa:

Variable: Edad



Gráfica 8: Distribución porcentual de los profesores según rango de edad. Elaboración propia

La mayoría de los docentes y directores de la delegación Cuajimalpa se encuentran en el rango de edad de 40 a 48 años, mientras que de Cuauhtémoc la mayoría está en el rango de 22 a 30 años.

## Variable: Ocupación

Código	Significado Ocupación	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Director	4	4.65	3	6.98	1	2.33
2	Profesor	73	84.88	33	76.74	40	93.02
3	Prof. Educ. Física	7	8.14	5	11.63	2	4.65
4	Subdirector de operación	1	1.16	1	2.33	0	0.00
5	Subdirector de desarrollo educ	1	1.16	1	2.33	0	0.00
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

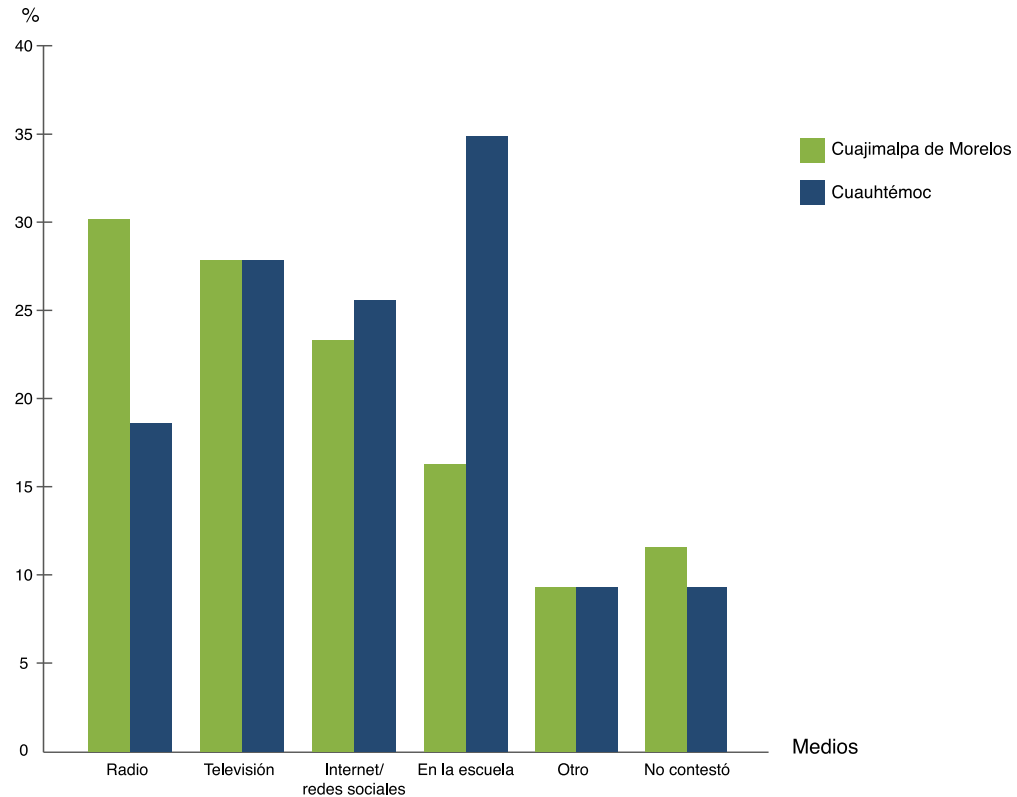
Tabla 12: Ocupación. Elaboración propia

## Variable: Materia que imparte

Código	Significado Materia	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Todas, profesor frente a grupo	58	67.44	30	69.77	28	28
2	Educación Física	8	9.30	5	11.63	3	3
3	TIC's	2	2.33	2	4.65	0	0
4	Lectura	3	3.49	1	2.33	2	2
5	Español	4	4.65	0	0.00	4	4
6	Inglés	3	3.49	0	0.00	3	3
7	Apoyo a edu. Esp.	2	2.33	1	2.33	1	1
8	APT	1	1.16	0	0.00	1	1
9	Dirección	5	5.81	4	9.30	1	1
	Total	86	100.00	43	100.00	43	43

Tabla 13: Materia que imparte. Elaboración propia

Variable: Si se informa sobre el tema de contaminación atmosférica, ¿a través de qué medio lo hace?



Gráfica 9: Medios donde se informan. Elaboración propia

Respecto a la variable ¿quién notifica en las escuelas sobre la contaminación?, los maestros refieren que les avisa el director, y a los directores les llegan avisos mediante el correo electrónico.

Respecto a la variable: ¿Qué sectores de la población son más vulnerables a la contaminación atmosférica?, la mayoría de los entrevistados contestó que los niños.



A los entrevistados que dijeron saber de algún alumno con enfermedades pulmonares, se les preguntó:

Variable: ¿Sabe si está relacionado con la contaminación atmosférica?

Código	Significado Relacionado	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	No	64	74.42	37	86.05	27	62.79
2	Sí	8	9.30	1	2.33	7	16.28
3	No sé	1	1.16	0	0.00	1	2.33
4	No contestó	13	15.12	5	11.63	8	18.60
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 14: Padecimiento relacionado con la contaminación atmosférica. Elaboración propia

Variable: Cada vez que salen los niños al aire libre (por ejemplo a hacer deportes) ¿toma en cuenta la calidad del aire para decidir si salen al exterior o no?

Código	Significado Toman en cuenta	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Sí	29	85.29	11	73.33	18	94.74
2	No	5	14.71	4	26.67	1	5.26
	Total	34	100.00	15	100.00	19	100.00

Tabla 15: Toman en cuenta la calidad del aire cuando los niños salen al aire libre. Elaboración propia

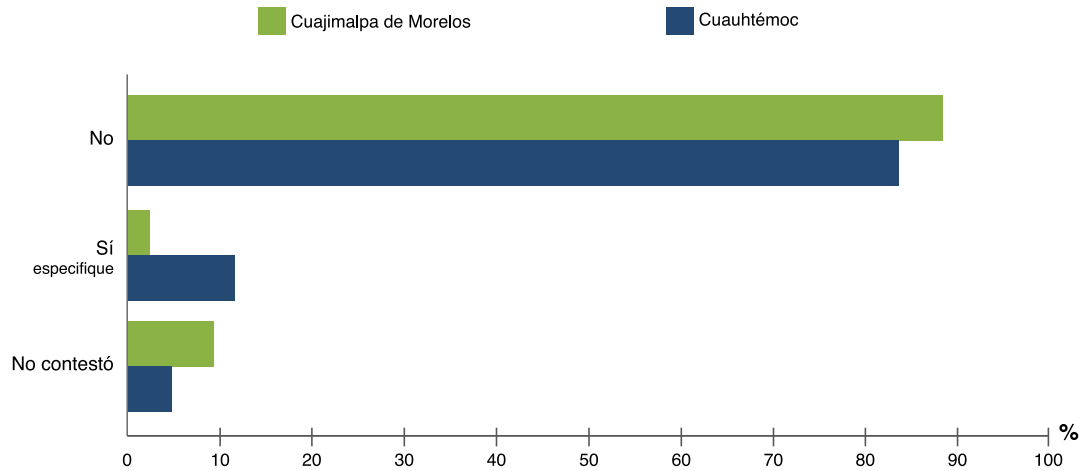
Variable: En caso de precontingencia, ¿hay suspensión de actividades al aire libre?

Código	Significado Suspensión	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Sí	77	89.53	38	88.37	39	90.70
2	No	3	3.49	1	2.33	2	4.65
3	En ocasiones	1	1.16	1	2.33	0	0.00
4	No contestó	5	5.81	3	6.98	2	4.65
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 16: Hay suspensión de actividades al aire libre. Elaboración propia

Respecto a la pregunta: ¿Qué medidas se toman en casos de precontingencia?, los entrevistados de ambas zonas mencionaron: *actividades dentro del aula, no salir los niños al recreo*, entre otras.

Variable: ¿Conoce las normas para el índice de calidad del aire en México, en otras partes del mundo y la norma que recomienda la OMS?

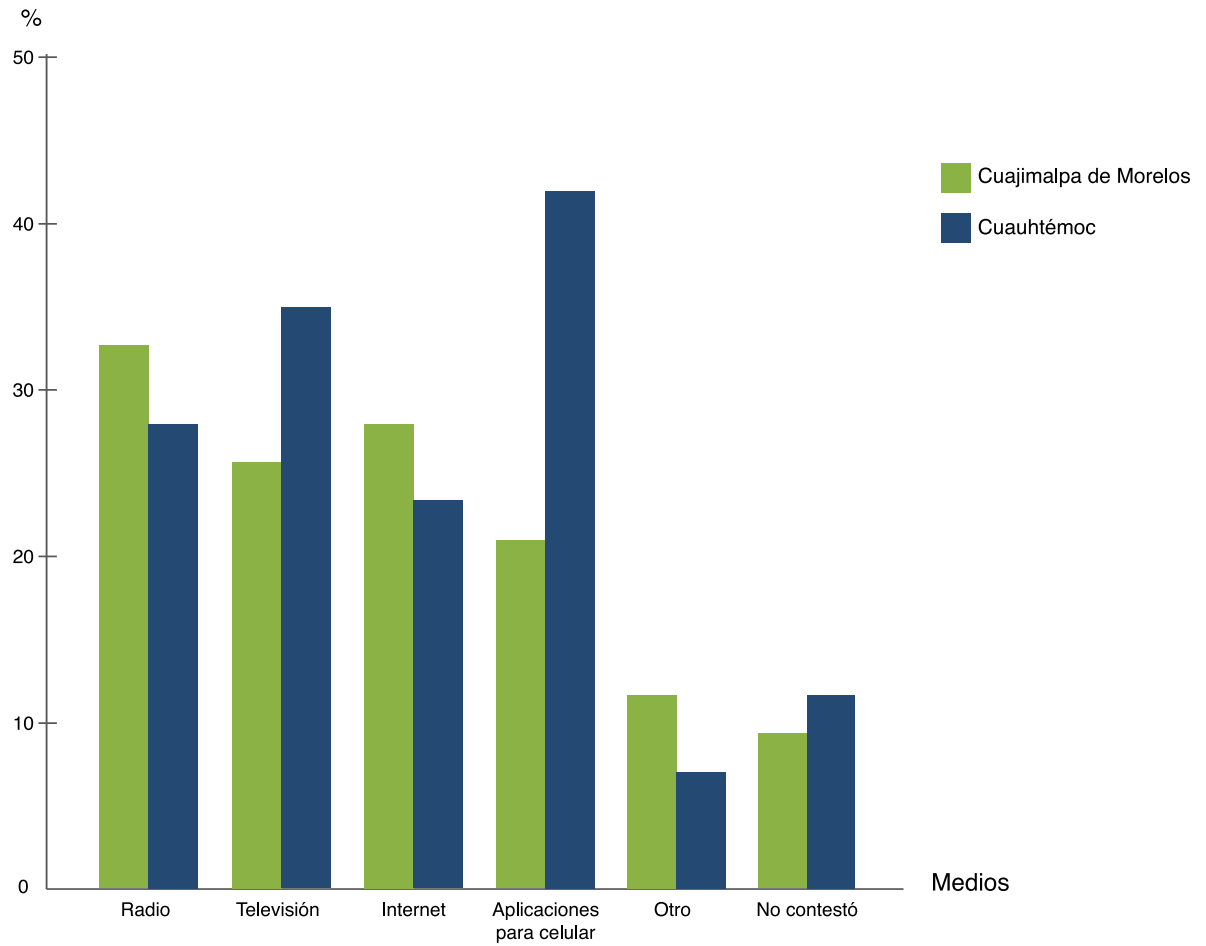


Gráfica 10: Los profesores, ¿conocen las normas sobre calidad del aire? Elaboración propia

Variable: ¿Qué medio de comunicación considera más adecuado para la difusión del tema de contaminación atmosférica?

Código	Significado Medio adecuado	Total Muestra		Cuajimalpa de Morelos		Cuauhtémoc	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	Radio	26	30.23	14	32.56	12	27.91
2	Televisión	26	30.23	11	25.58	15	34.88
3	Internet	22	25.58	12	27.91	10	23.26
4	Aplicaciones cel	27	31.40	9	20.93	18	41.86
5	Otro	8	9.30	5	11.63	3	6.98
6	No contestó	9	10.47	4	9.30	5	11.63
	Total	86	100.00	43	100.00	43	100.00

Tabla 17: Medio adecuado para la difusión del tema. Elaboración propia



Gráfica 11: Medios de comunicación considerados más adecuados para la difusión del tema de la contaminación atmosférica Elaboración propia

## Anexo B

### Información complementaria del prototipo

#### B-1 Estado del arte

Para la búsqueda de soluciones que contribuyan a una mejor comunicación, la tecnología puede ser un apoyo importante, principalmente a partir del auge de internet al acortar distancias y tiempos, ha sido clave para empoderar a la población.

Teniendo como punto central el tema de contaminación atmosférica y el problema identificado en la investigación (fallas en la comunicación mediante correo electrónico), se analizaron algunos sistemas a través de los cuales se transmite información de forma general a la población y en las escuelas, algunos son los siguientes

#### Nivel internacional:

Con respecto a la manera en que se transmite la información del monitoreo atmosférico a la población, se analizaron principalmente aplicaciones y sitios web, los que se consideran relevantes para este proyecto se exponen a continuación.

World air – tiempo de calidad contaminación PM<sub>2.5</sub> partículas de aire de PM<sub>10</sub>



Imagen 8: Imágenes de la aplicación World Air. Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS. De Digital Greenroom, una compañía registrada en Hong Kong, World Air proporciona la vista de más de 3752 sensores de calidad del aire ubicados a través de cinco continentes, en tiempo real.

## Fallas

- El fondo de pantalla podría dificultar la lectura de los datos en circunstancias específicas, por ejemplo cuando hay mucha luz o el usuario se encuentra al aire libre.
- Pantallas con demasiada información.
- Dividida en cinco secciones, cada una de ellas con distintas subsecciones e información excesiva, lo que podría hacer lenta la aplicación.

## Aciertos

- Permite realizar comparaciones de la calidad del aire de varias ciudades del mundo.
- Ofrece la posibilidad de establecer alertas y recibir notificaciones, además de seleccionar las ciudades preferidas por el usuario.
- Información adicional: Recomendaciones de conducta, estadísticas que van desde una semana hasta un mes, información de los contaminantes, estadísticas de los últimos tres años.

## Aire de Madrid

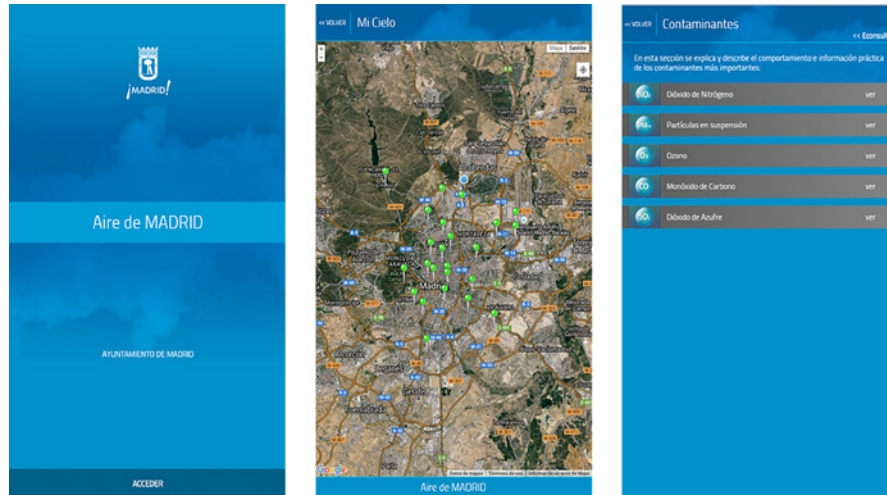


Imagen 9: Imágenes de la aplicación *Aire Madrid*. Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Creada en 2010 por el Ayuntamiento de Madrid, permite al usuario conocer en tiempo real la situación de la calidad del aire en la capital española.

### Fallas

- Aunque la aplicación es en principio sencilla, ya que cuenta solo con cuatro secciones, en ocasiones la información es excesiva. Por ejemplo, algunas pantallas de la sección “Econsultas” presentan demasiada información.
- En la sección “Contaminantes”, se expresan brevemente los contaminantes de mayor importancia en el entorno, de dónde provienen y qué generan en el ambiente, sin embargo no refleja información sobre los efectos que ocasionan en la salud.
- Solo maneja cuatro etiquetas para describir la calidad del aire: Buena, Admisible, Deficiente y Mala; lo que pudiera generar mayor claridad en el usuario, pero no especifica el rango al que corresponde cada una de estas etiquetas. El usuario tiene que acceder a la página web para verificar esta información.

## **Aciertos**

- Utiliza el índice de calidad del aire, herramienta que permite informar de forma clara, directa y rápida sobre la calidad del aire que se respira en la capital española.
- Geoposicionamiento, permite consultar la calidad del aire en el punto más cercano a su ubicación.
- Información adicional: La sección "Econsultas" presenta recomendaciones básicas con el fin de que el usuario se concientice y pueda contribuir a la mejora de la calidad del aire.
- Diseño de interfaz sencillo y amigable.
- El mapa utilizado permite diversas visualizaciones.



## Calioppe

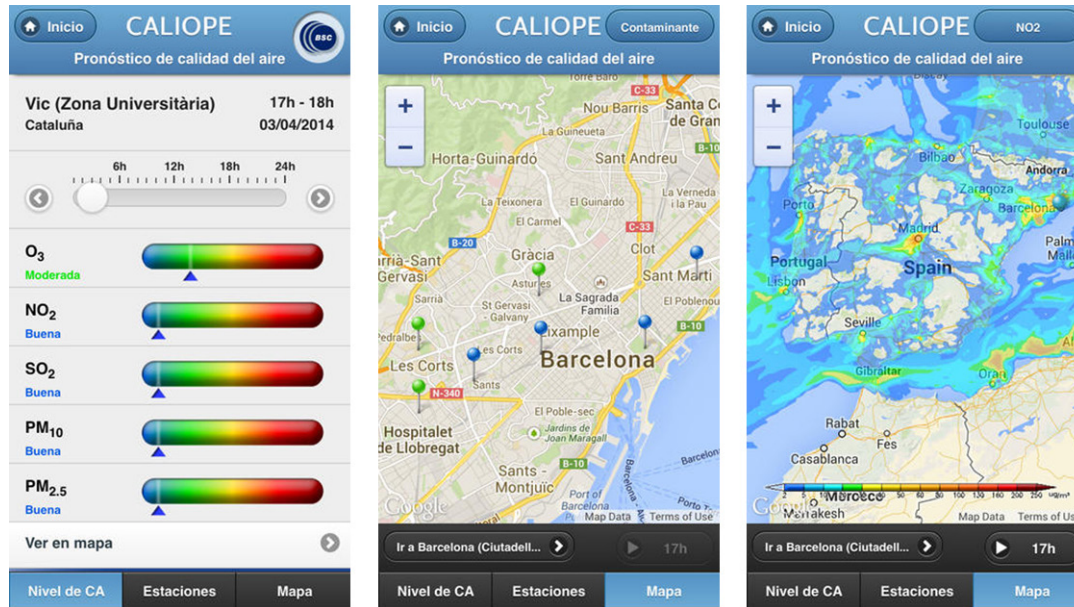


Imagen 10: Imágenes de la aplicación *Calioppe*. Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Permite visualizar el pronóstico de la calidad del aire en España. Muestra el reporte de calidad del aire en el momento, por medio de GPS, presenta mapas de concentración de los principales contaminantes atmosféricos para las próximas 12 horas.

Utiliza la información generada por el Sistema de Pronóstico de la Calidad del Aire (CALIOPE), ejecutado en el Superordenador MareNostrum, del Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación.

## Fallas

- Algunas pantallas contienen mucha información.
- La información proporcionada se encuentra en el sitio web de CALIOPE, sin embargo no hay un link que te lleve a él. La mayor parte de la información contenida en la página se encuentra en la app, lo que puede hacerla más lenta.
- La representación de la calidad del aire en los mapas puede resultar confusa, es difícil de identificar entre etiquetas.

## Aciertos

- La aplicación cuenta con cuatro secciones principales, lo que hace sencilla la navegación para el usuario.
- A través de la geocalización muestra los reportes de calidad del aire arrojados por las estaciones de monitoreo más cercanas.
- El usuario puede seleccionar ver la calidad del aire por contaminante, a su vez se le provee información de relevancia sobre el mismo (de dónde proviene, qué lo genera y las posibles afectaciones a la salud).

## Europe Air:



Imagen 11: Imagen de la aplicación *Europe Air* del sitio App Store

Disponible para sistema operativo iOS, Android y Windows Phone. Muestra la ubicación del usuario en un mapa; clasifica la información de la calidad del aire como muy buena, buena, moderada, mala y muy mala; muestra información sobre los contaminantes.

## Real time air quality (Calidad del Aire)

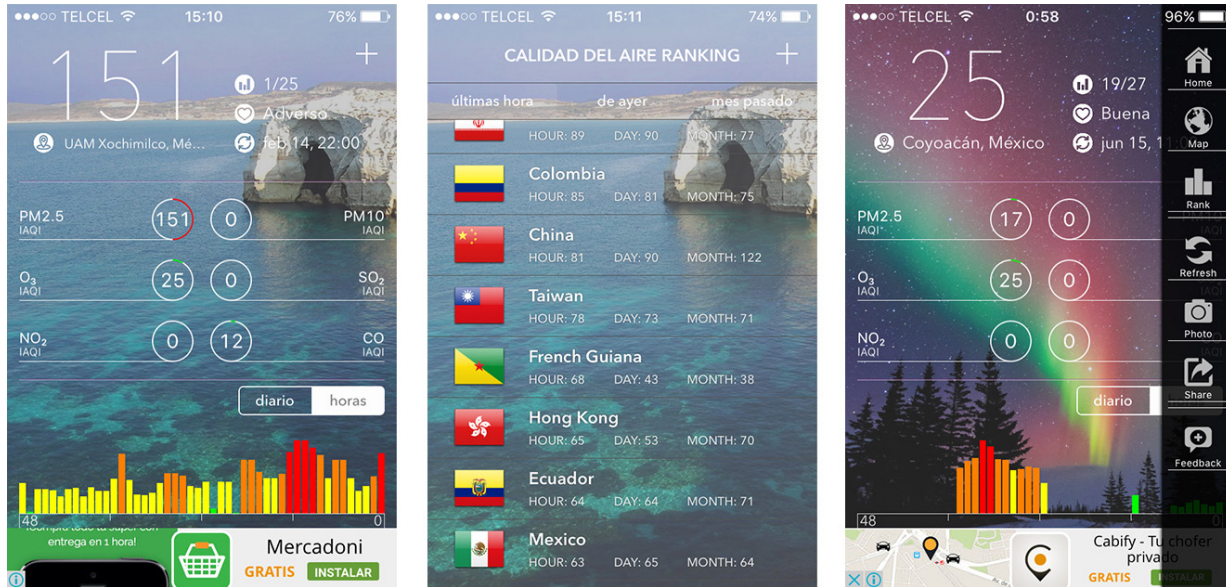


Imagen 12: Imágenes de la aplicación *Real time air quality*. Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Aplicación desarrollada en China, muestra índices de contaminación de 3,800 ciudades en 69 países.

### Fallas

- El tamaño de algunos elementos es pequeño, lo que dificulta la interacción, principalmente en usuarios con problemas de vista o de edad avanzada.
- Los reportes de calidad del aire en ocasiones no se actualizan, lo que genera pérdida de confianza en el usuario.
- La interacción se lleva a cabo casi de manera intuitiva, pues varios elementos, a pesar de funcionar como botones, no lo parecen.

## Aciertos

- Despliega los índices por contaminante: ozono,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $CO_2$ .
- Incluye un mapa donde se visualiza la calidad del aire de diversas ciudades del mundo.
- Muestra un ranking de ciudades: de las menos contaminadas a las más contaminadas.
- Se puede revisar el ranking por país.
- Permite compartir la información a través de las principales redes sociales y por correo electrónico.
- Muestra el historial de la calidad del aire de hasta 48 horas, a través de una gráfica de barras. Aunque un punto en contra es que es pequeña, lo que dificulta su lectura.
- Como imágenes de fondo utiliza fotografías de paisaje, que cambian de acuerdo a la calidad del aire y a la hora del día, aunque no retratan la ciudad en la que el usuario se encuentra.
- Cuenta con *notificaciones push*, donde se reporta al usuario la calidad del aire.

## Aire SCL

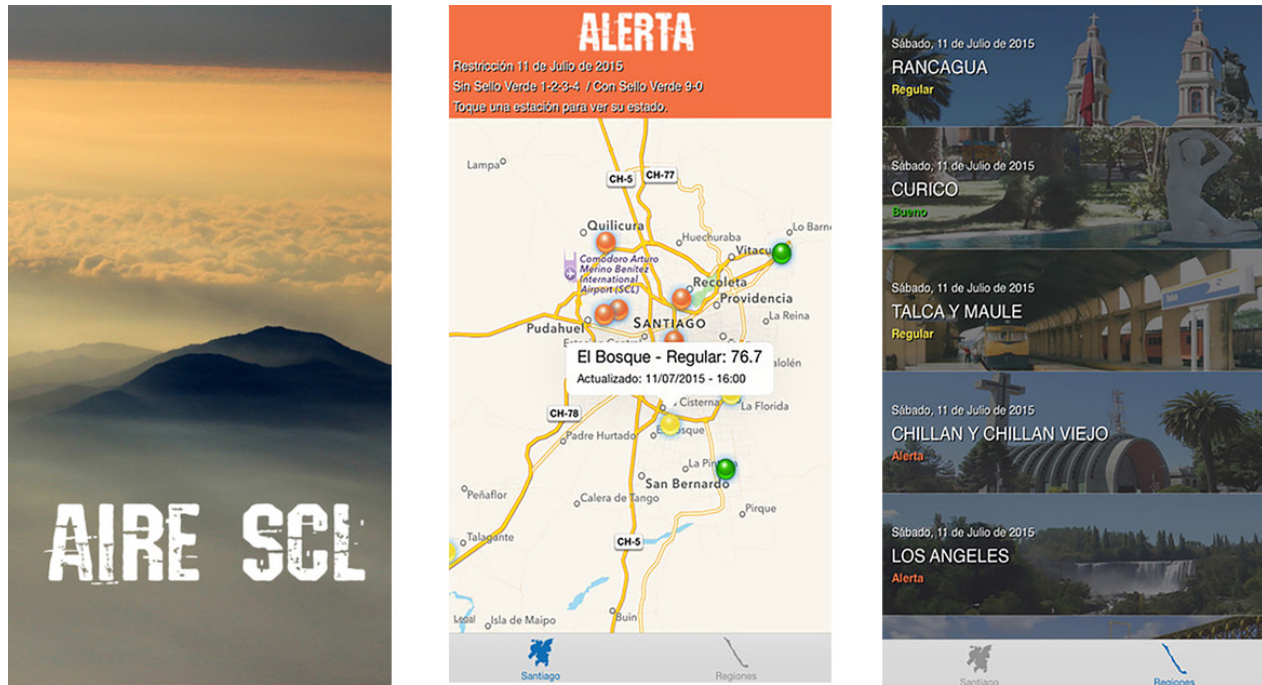


Imagen 13: Imágenes de la aplicación Air SCL. Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Esta aplicación obtiene los datos públicos respecto a la calidad del aire en Santiago de Chile.

### Fallas

- Información deficiente, tan solo refleja la calidad del aire en las distintas estaciones de monitoreo, no ofrece nada más.
- La información para las regiones fuera de Santiago, es actualizada día a día.

### Aciertos

- El uso de imágenes relativas a las distintas regiones ayuda que el usuario contextualice la información proporcionada.

## Air bubbles

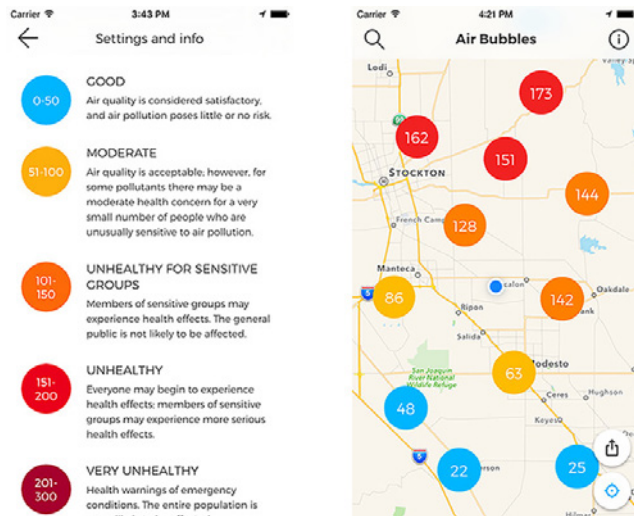


Imagen 14: Imágenes de la aplicación Air SCL.  
Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Generada por Wynd Technologies, Inc., Air Bubbles muestra por medio de burbujas de distintos colores, que representan los niveles de contaminación, la calidad del aire del entorno utilizando la geolocalización.

## Fallas

- El uso continuo de GPS puede disminuir dramáticamente la batería del dispositivo móvil.
- Proporciona poca información en general.

## Aciertos

- Reporte a tiempo real.
- Utilización de Índice de Calidad del Aire (AQI), centrado en los efectos en la salud que el usuario podría experimentar tras unas horas de respirar aire contaminado.
- Uso de *Notificaciones Push*, el usuario es avisado de inmediato cuando la calidad del aire a su alrededor empeora significativamente sin necesidad de que la aplicación permanezca abierta.
- Cuenta con dos secciones, el mapa, en el “landing page”; y la información sobre el Índice de Calidad del Aire, lo que permite una navegación sencilla y rápida.
- Opción de “compartir” la calidad del aire por distintos medios: redes sociales, sms, correo electrónico. Además ofrece la posibilidad de contactar con los creadores de la app, vía correo electrónico.
- Su diseño sencillo y sin mucha información ofrece una experiencia de usuario amigable.

## Es tu aire

Imagen 15: Imágenes de la aplicación *Es tu aire*. Imágenes del sitio App Store

Disponible para sistema operativo iOS. Recoge los datos de la estación de análisis ambiental más cercana al usuario, exclusivamente en España.

### Fallas

- No ofrece el índice general de la calidad del aire, ni especifica cuál se utiliza.
- Divide por contaminantes de mayor a menor registro, sin embargo no proporciona información adicional.

### Aciertos

- Actualización de la información cada hora y geolocalización.
- Personalización de la información: el usuario puede seleccionar a qué nivel de contaminación quiere que la aplicación lo alerte.
- Previsiones de la calidad del aire.
- Información adicional: historial de contaminación
- Uso de gráficas y porcentajes, para mejor visualización de la información.
- Secciones principales: presentación de la calidad del aire y mapa.
- Diseño sencillo y amigable.

## Plume Air Report

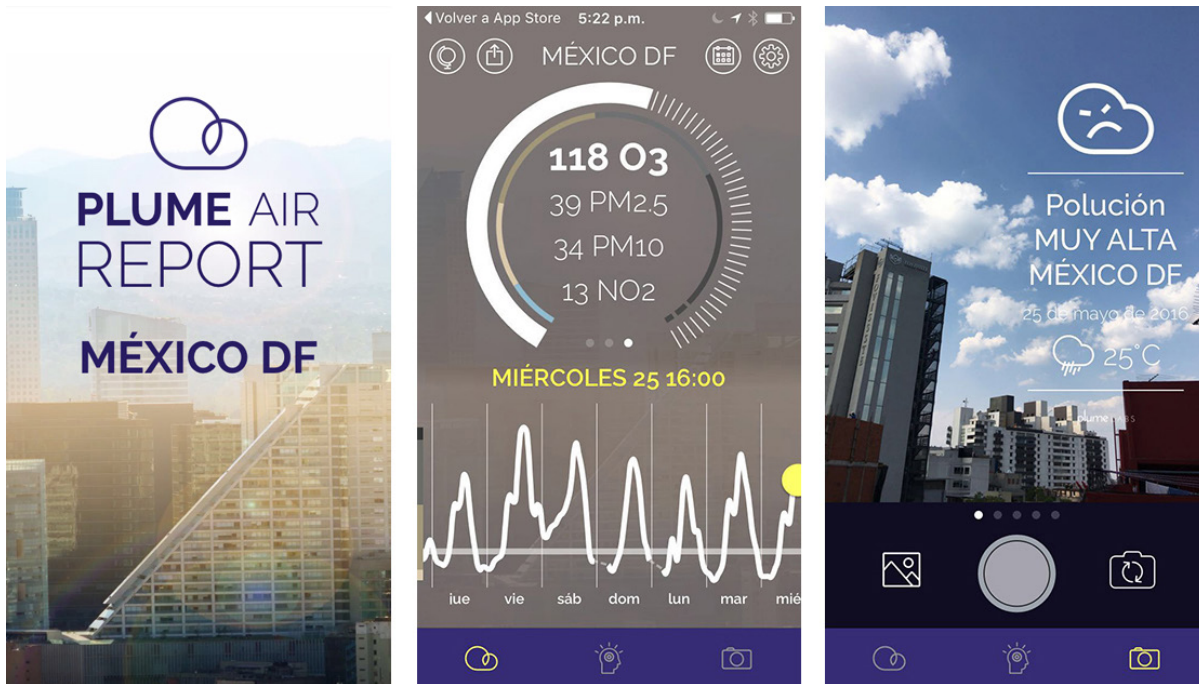


Imagen 16: Imágenes de la aplicación *Plume Air Report*.  
Captura de pantalla de celular

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Creada en 2015, por Plume Labs SAS, en París, Francia; Plume Air Report, informa al usuario de manera inmediata del nivel actual de contaminación, así como predicciones para las próximas horas, utilizando su propia "escala de contaminación", la cual incluye siete niveles, variando de Aire limpio hasta AirPocalypse.



## Fallas

- A pesar de que la iconografía es clara, las etiquetas con recomendaciones (para evitar afectaciones a la salud por exposición) no son específicas, dentro de las distintas actividades a realizar solo se marca: *vamos, sin forzar, con cuidado*.
- El usuario puede ver la calidad del aire, los contaminantes con mayor registro, índice UV, estado meteorológico y recomendaciones sin tener que cambiar de pantalla a pantalla.

## Aciertos

- Utiliza los datos de localización para informar sobre el nivel de contaminación cuál sea el lugar donde se encuentre el usuario.
- Una de sus herramientas más innovadoras es “Foto Tool”, que permite tomar una foto y compartirla junto con la calidad del aire de ese momento, en redes sociales.
- La aplicación ofrece acceso directo al blog, en donde se encuentra información más densa, esto permite que la aplicación sea rápida, al no sobrecargarla de datos que podrían interesar o no al usuario.
- Información adicional: Histórico de la calidad del aire, datos climatológicos y de la radiación UV, contaminantes (que son, de donde provienen, riesgos a la salud).
- Uso de iconografía clara.
- Predicciones de la calidad del aire a lo largo del día a través de notificaciones push.
- El usuario es capaz de compartir la información por diversos medios: sms, correo electrónico, redes sociales.
- En los ajustes de la aplicación se permite cierta personalización para el usuario: seleccionar qué tan sensible es a la contaminación (para recibir notificaciones), actividades favoritas, horario de reporte, e inclusive añadir índices regionales.

## En México

Se han desarrollado diversos sistemas mediante los cuales se transmite información atmosférica (incluyendo la calidad del aire). A continuación se muestran principalmente los enfocados en la ZMVM.

Sitio web de la SEDEMA

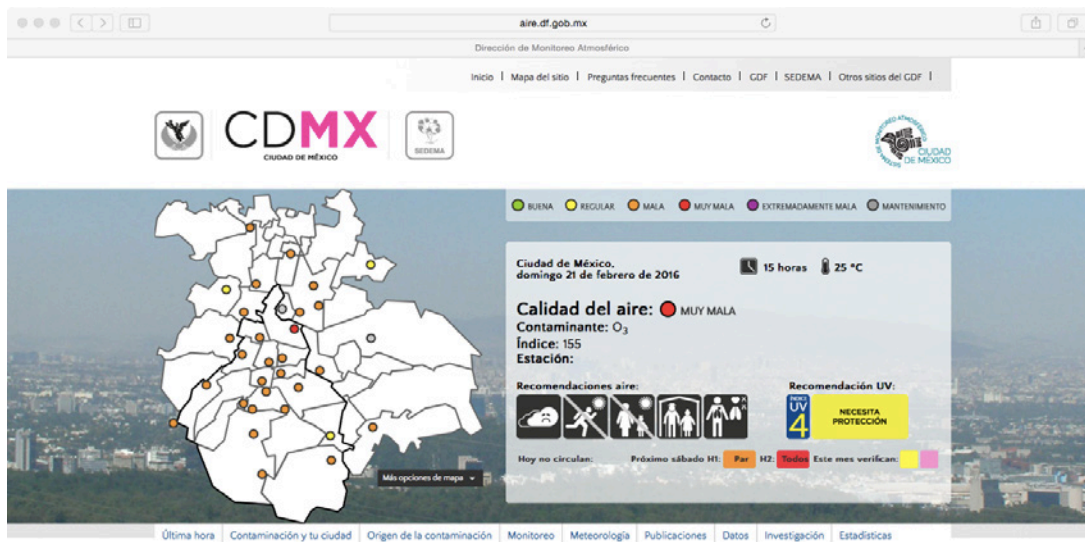


Imagen 17: Imagen del sitio web *Dirección de Monitoreo Atmosférico*.  
Captura de pantalla del sitio [aire.cdmx.gob.mx](http://aire.cdmx.gob.mx)

Sitio oficial de la Secretaría del Medio Ambiente, muestra la calidad del aire de sus estaciones de monitoreo en la ZMVM y se actualiza cada hora.

### **Fallas**

- Cuenta con gran cantidad de información, lo que puede generar que el usuario se “pierda” al navegar por él.
- No está al alcance de toda la población, debido a que requiere que el usuario tenga acceso a un dispositivo con conexión a internet.

### **Aciertos**

- Ya que se vincula directamente con las estaciones de monitoreo atmosférico de la zona, los reportes de calidad del aire se actualizan cada hora.
- Se puede consultar información estadística de diversos períodos de tiempo de acuerdo a los diferentes tipos de contaminantes.
- Se presenta información sobre el origen de la contaminación atmosférica, de los contaminantes criterio de la zona y de los efectos en la salud.
- Es posible hacer denuncia ambiental.
- Se dan recomendaciones para mejorar la calidad del aire y ser sustentable.
- Presenta información de eventos “verdes” o de sustentabilidad.

Actualmente existe un gran número de sitios web que tratan el tema de la contaminación y sus efectos en la salud, sin embargo como no son oficiales no muestran la calidad del aire, únicamente son informativos.

## Aplicación “AIRE CDMX”



Imagen 18: Imágenes de la aplicación *Aire CDMX*.  
Captura de pantalla de celular. Versión previa de la aplicación

Disponible para sistema operativo iOS y Android. Aplicación creada por la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA en 2014, su última actualización fue el 09 de junio del presente año. Presenta información horaria de la calidad del aire en la ZMVM. Además muestra el reporte de la radiación solar ultravioleta y del clima.

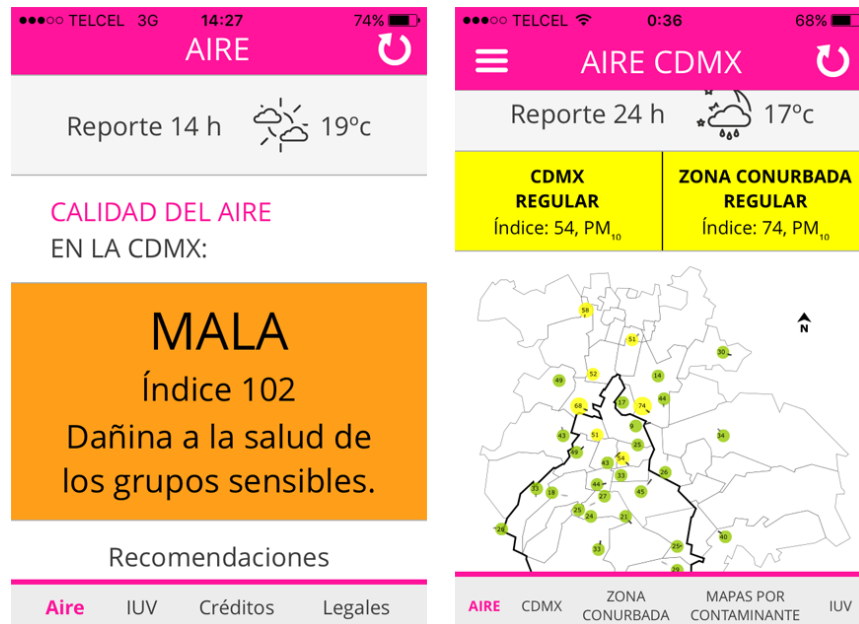


Imagen 19: Imágenes de la aplicación *Aire CDMX*.  
Captura de pantalla de celular. Versión actual de la aplicación.

## Fallas

- El índice de calidad el aire (dividido en cinco categorías: buena, regular, mala, muy mala y extremadamente mala) se explica en la pantalla de inicio a través del scroll, sin embargo, carece de información explicativa sobre los rangos de cada categoría y del índice que se maneja (IMECA).
- Cuando la calidad del aire es Extremadamente Mala, se utiliza un tono morado que no lo refleja.
- Las recomendaciones, tanto para las distintas categorías de la calidad del aire, como para el índice UV, son generales.

- En una de las últimas actualizaciones, se incluyó un mapa de vectores, el cual, además de marcar la calidad del aire en diferentes estaciones de monitoreo, muestra la dirección del viento. Esto permite observar las distintas direcciones en las que viajan los contaminantes, sin embargo, el mapa carece de detalle, lo que podría impedir que el usuario contextualice la información proporcionada.
- No cuenta con alertas, notificaciones, ni avisos cuando la calidad del aire es muy mala o se declara una contingencia ambiental, por lo que no es posible que el usuario se entere, a menos que abra la aplicación.  
*Nota:* en su última actualización incorporaron *notificaciones push* para alertar cuando se activa alguna fase de contingencia ambiental.
- Antes de la actualización, no se mostraba la especificación de contaminantes. Aunque ahora se describe a qué se refieren las siglas, por ejemplo: CO - Monóxido de carbono, NO<sub>2</sub> - Dióxido de nitrógeno, etc, carece de información de cada uno, cómo se generan y de qué manera pueden afectar la salud de la población.
- Hasta el momento, requiere el uso de señal de internet, si el usuario no tiene, no es posible ver el reporte de calidad del aire.
- No muestra sugerencias de cómo contribuir a mejorar la calidad del aire, a excepción del hoy no circula.

## Aciertos

- Información adicional: mapa interactivo de cicloestaciones para usuarios de Ecobici.
- Geolocalización: en las recientes actualizaciones, además de mostrar la información de la calidad del aire en la zona conurbada, se muestran los datos de la delegación política donde se encuentra el usuario, el índice y riesgo que corre en su entorno inmediato.
- Mapa de estaciones de monitoreo.
- En la sección de *calidad del aire donde me encuentro* se muestran los contaminantes presentes en el aire.
- Se muestra información del programa Hoy no circula, qué engomado no circula y qué engomados verifican durante el mes.
- A raíz de la última actualización, en caso de activación de contingencia se muestra en la pantalla inicial los engomados que no circularán al día siguiente.
- Con la última actualización, la navegación es más ágil e interesante, ya que incluye más información.

## SkyAlert

Esta aplicación móvil no muestra la calidad del aire, envía una alerta antes de un sismo; se menciona debido a que se ha tomado en cuenta la funcionalidad de la alarma entre los ciudadanos.



Imagen 20: Imágenes de la aplicación SkyAlert. Captura de pantalla de celular

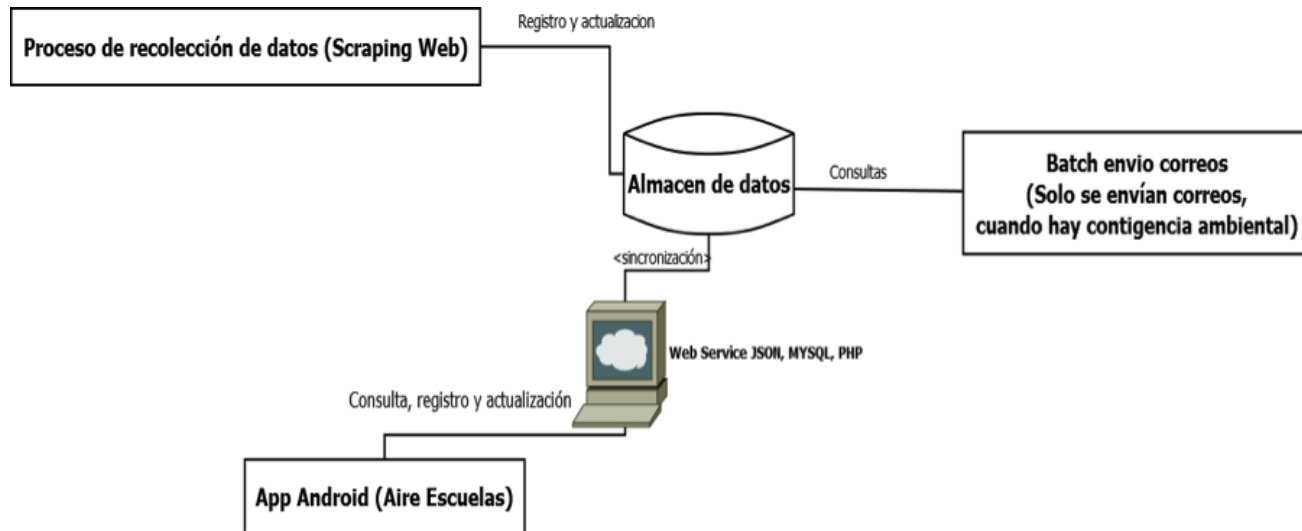
**Correo electrónico:** Actualmente en las escuelas primarias les informan mediante correo electrónico cuando hay precontingencia o contingencia ambiental; pese a que el correo electrónico acorta las distancias y llega de forma instantánea, existen fallas en la comunicación pues en el estudio realizado durante la investigación, la mayor parte de los entrevistados dijo que les informaron de 2 precontingencias ambientales cuando fueron por lo menos 4 en días hábiles y laborables. Tanto directores como profesores opinaron que el sistema actual no siempre funciona de manera oportuna en el momento correcto.

## B-2 Diagramas del prototipo (aplicación móvil)

### Diagrama del proyecto

El siguiente diagrama muestra la estructura general del proyecto, cada uno de los módulos se relacionan entre ellos y son indispensables para la funcionalidad final.

Diagrama 1: esquema de la aplicación móvil



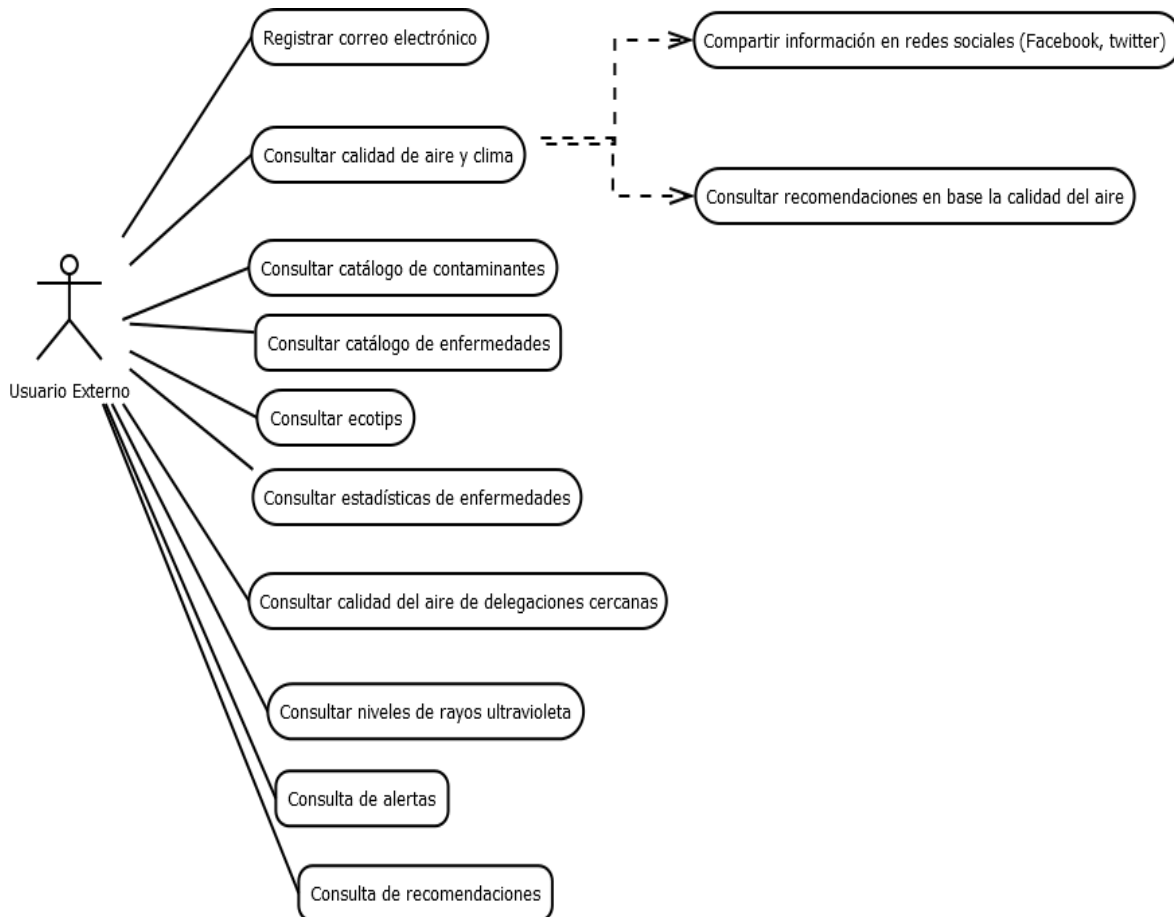


## Diagrama de casos de uso

Un caso de uso describe «una secuencia de acciones llevadas a cabo por un sistema, que proporcionan un resultado de valor a un usuario» (Jordán & Vázquez, 2006:8). En otras palabras, los casos de uso muestran las interacciones de los actores con el sistema.

En este diagrama se representan los actores y las acciones básicas en que están involucrados. Se muestran únicamente las acciones básicas o las más generales que se pueden realizar y, dentro de estas acciones hay otras de menor complejidad.

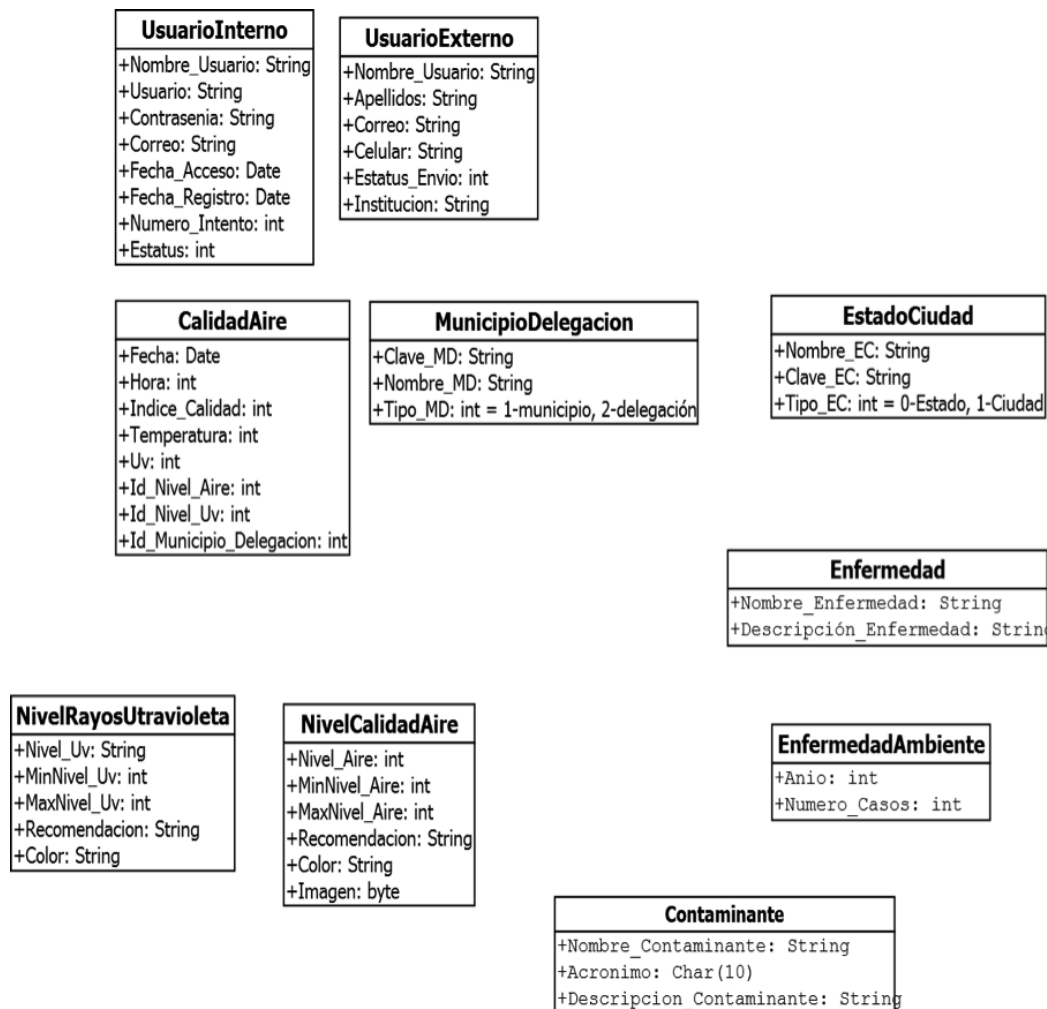
Diagrama 2: casos de uso



## Diagramas de modelado de datos

Se muestran clases y atributos (propiedades de la clase) que componen este proyecto, también están contempladas algunas clases como *UsuarioInterno*, *Enfermedad*, *Contaminante*, que no son empleadas en este proyecto, pero se contemplan para un desarrollo posterior en caso de ser adoptada por alguna institución.

Diagrama 3: modelado de datos

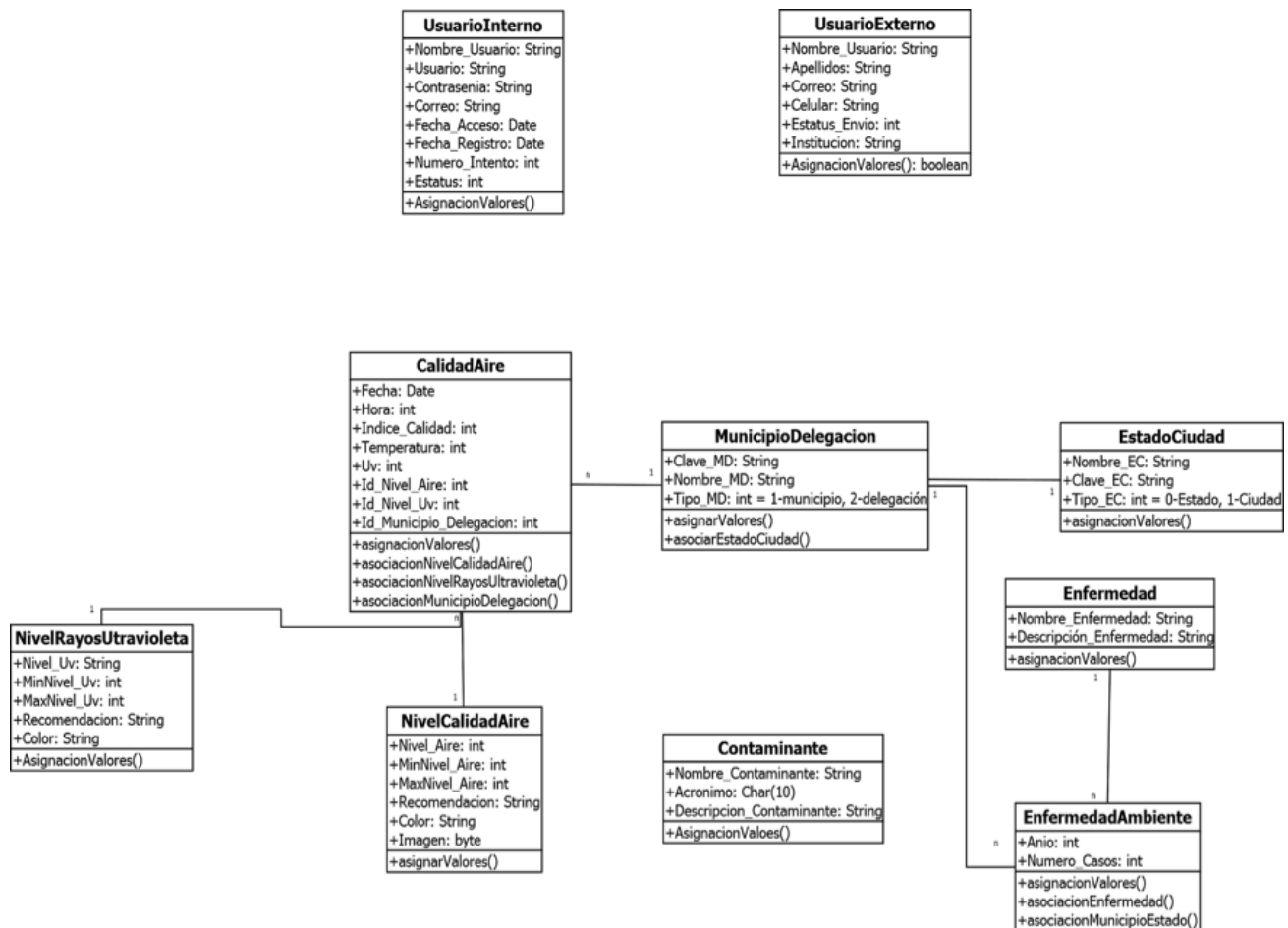


## Modelado de procesos

En el modelado de procesos, se muestra las clases con sus funciones o métodos (Operaciones que se pueden realizar en las clases) así como la relación entre las clases.

## Diagrama de procesos

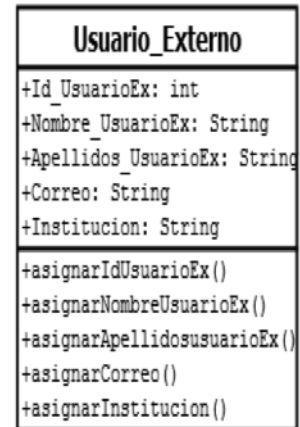
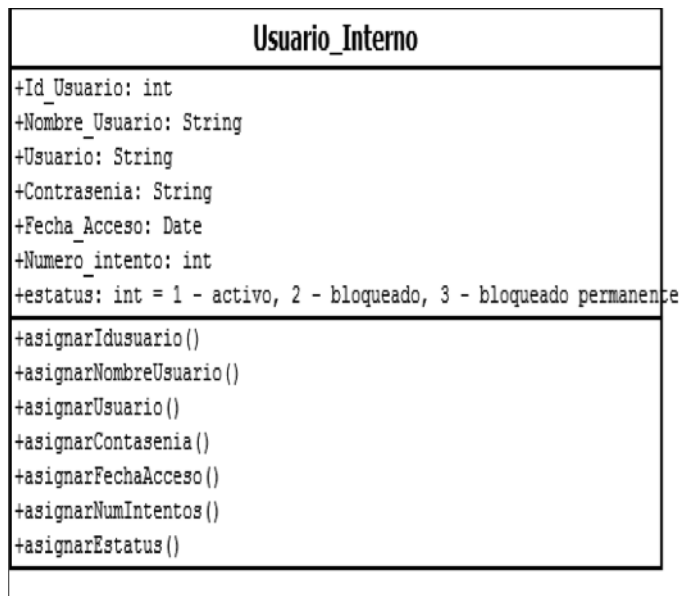
Diagrama 4: modelado de procesos



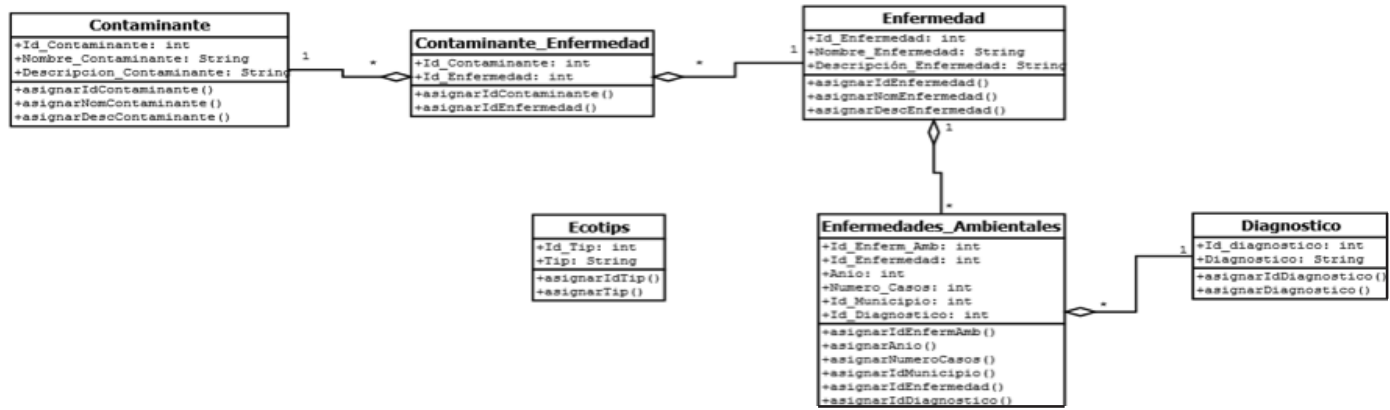
## Diagrama de clases

Muestra las relaciones entre las clases (atributos) contenidos en objetos del prototipo.

### Diagrama 5: clases



Continuación diagrama 5



Continuación diagrama 5

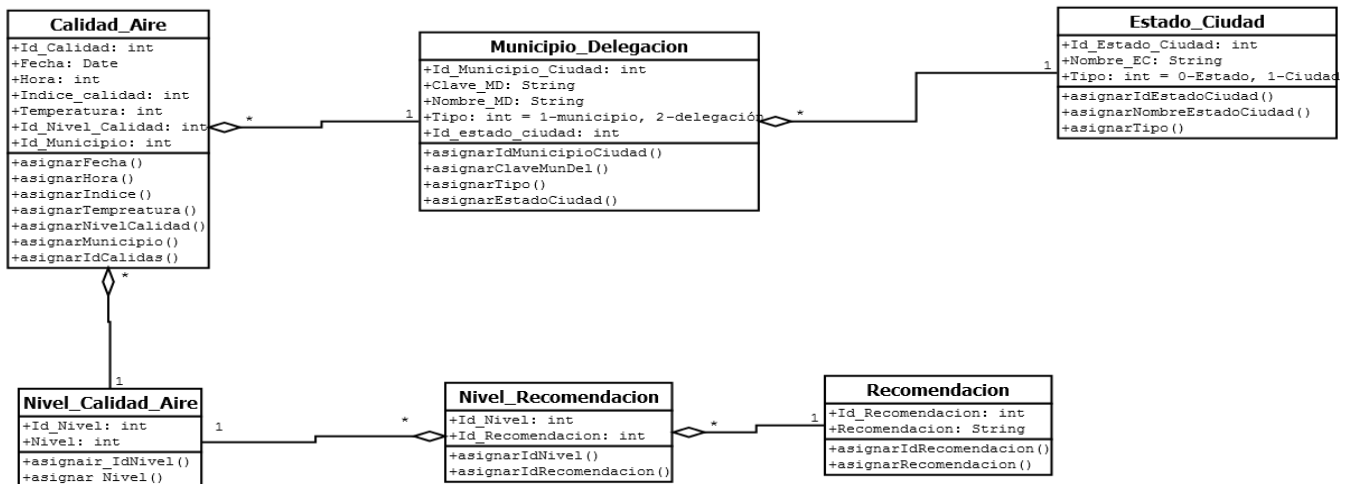


Diagrama de las tablas donde se almacenan los datos

Muestra las relaciones entre las tablas donde se almacena la información sobre la calidad del aire que se recolecta del sitio web.

Diagrama 6: almacenes de datos

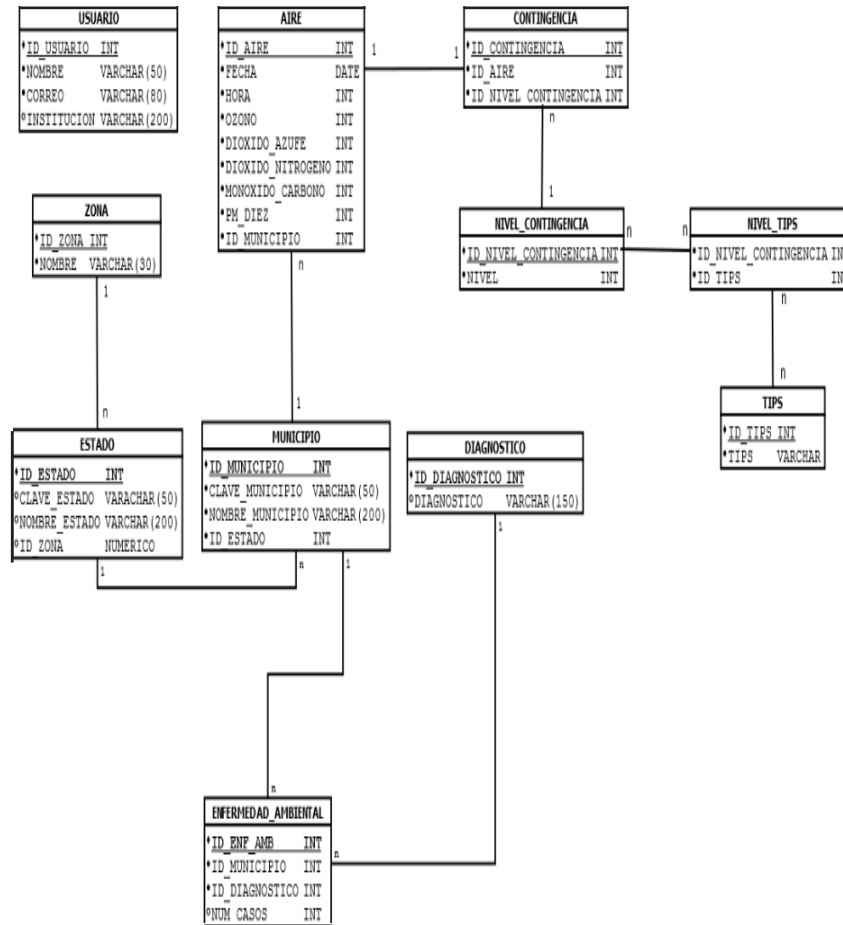
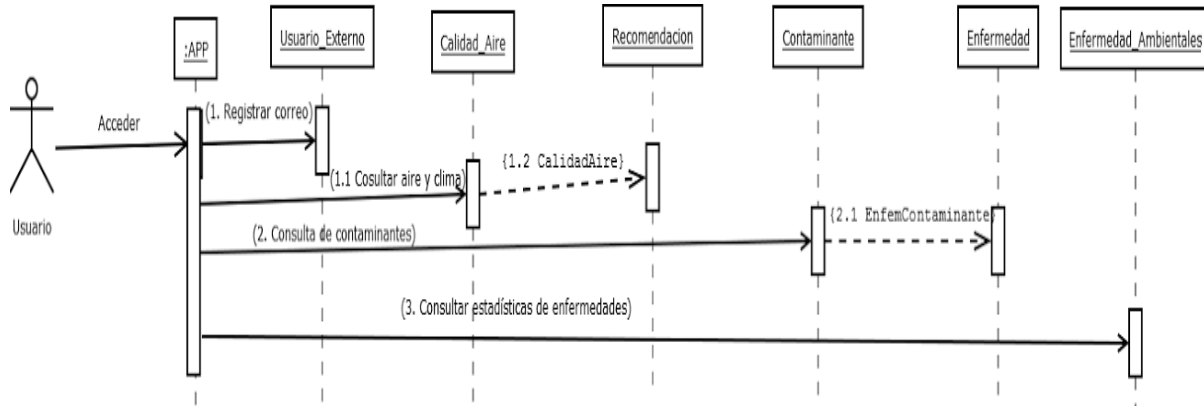


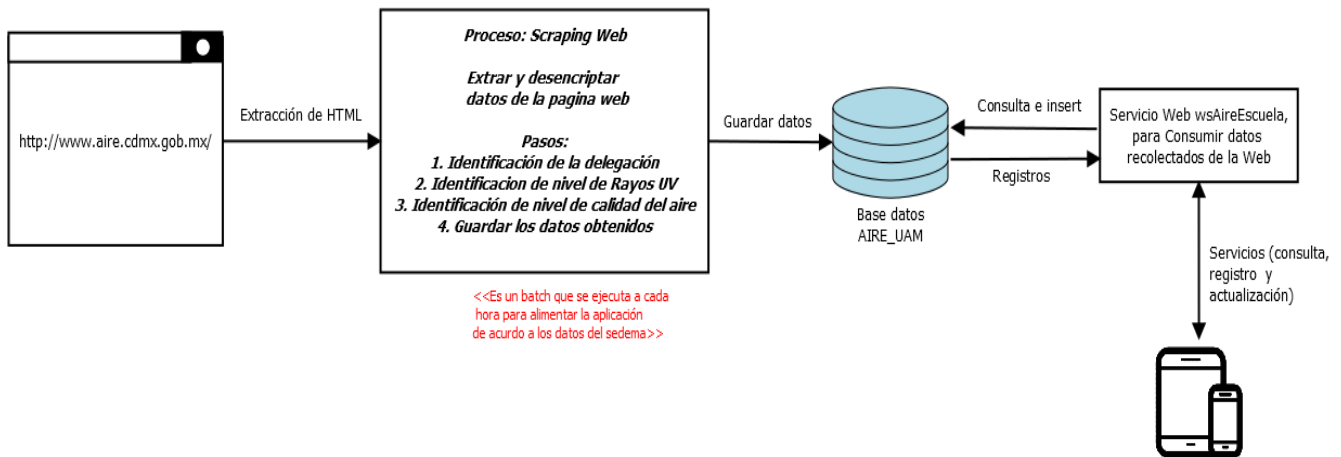
Diagrama de secuencias

Muestra las interacciones dentro de la aplicación mediante los mensajes que se envían.

Diagrama 7: secuencias



Explicación Web scraping



Esquema 8: Web scraping

B-3 Diseño del prototipo de aplicación



Esquema 9: Esquema de la estructura de la aplicación propuesta. Muestra las principales funcionalidades en la página principal y la información complementaria. Imagen propia



#### B-4 Pruebas y resultados para el desarrollo del software (usabilidad, funcionalidad y requerimientos)

Para realizar las pruebas, se solicitó a posibles usuarios finales (profesores y directores) que interactuaran con el prototipo. Se les indicó una serie de instrucciones y después se aplicó un cuestionario como evaluación. Las instrucciones fueron las siguientes:

##### Instrucciones para la interacción

- 1.- Configurar la aplicación por primera vez (correo electrónico, SMS, alertas).
- 2.- Identificar cuál es la calidad del aire y el clima.
- 3.- Compartir la calidad del aire en facebook o twitter.
- 4.- Ir a los contaminantes y ver su significado.
- 5.- Ir a las recomendaciones para la salud.
- 6.- Interactuar con la gráfica de enfermedades y buscar el significado de algunas de ellas.
- 7.- Ubicar e interactuar con los ecotips.
- 8.- Buscar e identificar la calidad del aire de su entorno.
- 9.- Observar y entender el significado de los iconos.

##### Cuestionario

Después de proporcionar las instrucciones, se aplicó un cuestionario con el fin de que los posibles usuarios finales expresaran su experiencia. Los cuestionarios y resultados se muestran a continuación.

Questionario (Pruebas de usabilidad).

Se aplicó a seis posibles usuarios.

1. ¿Es fácil la configuración al iniciar la aplicación (correo electrónico, SMS, alertas y notificaciones)?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

2. ¿Se entiende cuál es la calidad del aire y el clima?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

3. ¿Se entiende cómo compartir la calidad del aire en Facebook y Twitter?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

4. ¿Es fácil acceder a los contaminantes y su significado?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

5. ¿Se entiende cuáles son y en dónde están las recomendaciones a la salud?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

6. ¿Se entiende la gráfica de enfermedades y fue fácil acceder al significado de cada una de estas?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

7. ¿Es fácil acceder a la información sobre cómo contribuir a reducir la contaminación (ecotips) y es entendible?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

8. ¿Se entiende cuál es la calidad del aire de zonas aledañas y es fácil acceder a ella?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

9. De manera general ¿fue fácil entender los iconos?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

10. De manera general, ¿es fácil recordar cómo usar la aplicación?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

11. ¿El contenido de la aplicación le parece importante?

Sí:                      b) No:                      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

## Resultados pruebas de usabilidad

	Preguntas	Sí	No	Otra respuesta
1	¿Es fácil la configuración al iniciar la aplicación (correo electrónico, SMS, alertas y notificaciones)?	100%		
2	¿Se entiende cuál es la calidad del aire y el clima?	100%		
3	¿Se entiende cómo compartir la calidad del aire en Facebook y Twitter?	50%	50%	
4	¿Es fácil acceder a los contaminantes y su significado?	100%		
5	¿Se entiende cuáles son y en dónde están las recomendaciones a la salud?	83%	17%	
6	¿Se entiende la gráfica de enfermedades y fue fácil acceder al significado de cada una?	100%		
7	¿Es fácil acceder a la información sobre cómo contribuir a reducir la contaminación (ecotips) y es entendible?	100%		
8	¿Se entiende cuál es la calidad del aire de zonas aledañas y es fácil acceder a ella?	100%		
9	De manera general ¿fue fácil entender los iconos?	100%		
10	De manera general, ¿es fácil recordar cómo usar la aplicación?	100%		
11	¿El contenido de la aplicación le parece importante?	100%		

Tabla 18: Resultados de las pruebas de usabilidad. Elaboración propia

Cuestionario (Pruebas de funcionalidad)

Se aplicó a seis posibles usuarios.

1.- ¿Pudo configurar la aplicación? (correo electrónico, SMS y notificaciones)

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

2.- ¿Se muestra la calidad del aire, rayos UV y la temperatura del clima?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

3.- ¿Pudo compartir la calidad del aire en Facebook y Twitter?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

4.- ¿Logró acceder a los contaminantes que usted eligió y a su significado?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

5.- ¿Pudo acceder a las recomendaciones para la salud?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

6.- ¿Pudo acceder a los ecotips (recomendaciones para disminuir la contaminación)?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

7.- ¿Pudo identificar cuál es la calidad del aire de su entorno (otras delegaciones aledañas a su ubicación)?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

8.- ¿En la gráfica, logró acceder al significado de las enfermedades que usted seleccionó?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

9.- ¿Pudo interactuar con los iconos?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

## Resultados pruebas de funcionalidad

	Preguntas	Sí	No	Otra respuesta
1	¿Pudo configurar la aplicación? (correo electrónico, SMS y notificaciones)	100%		
2	¿Se muestra la calidad del aire, índice de radiación UV y el clima?	100%		
3	¿Pudo compartir la calidad del aire en Facebook y/o Twitter?	100%		También se comparte por correo
4	¿Logró acceder los contaminantes que usted eligió y a su significado?	100%		
5	¿Pudo acceder a las recomendaciones para la salud?	83.33%	16.67%	Si es lo mismo que la calidad del aire, sí
6	¿Pudo acceder a los ecotips (recomendaciones para disminuir la contaminación)?	100%		
7	¿Pudo identificar cuál es la calidad del aire de su entorno (otras delegaciones aledañas a su ubicación)?	100%		
8	¿En la gráfica, logró acceder al significado de las enfermedades que usted seleccionó?	100%		
9	¿Puede interactuar con los iconos?	100%		
10	De manera general, ¿es fácil recordar cómo usar la aplicación?	100%		
11	¿El contenido de la aplicación le parece importante?	100%		

Tabla 19: Resultados de las pruebas de funcionalidad. Elaboración propia

## Pruebas de requerimientos

Las pruebas de requerimientos consisten en verificar si el prototipo cuenta con los requerimientos planteados hasta el momento de la entrega. En análisis se hizo de acuerdo a lo siguiente:

¿Cuenta el prototipo con la opción para registrar correo electrónico, SMS y notificaciones en la app sobre contingencia o pre contingencia ambiental?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Tiene el reporte de la calidad del aire, rayos UV y la temperatura del clima?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuenta con la opción para compartir la calidad del aire en Facebook y Twitter?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuenta con información sobre los contaminantes de la CDMX?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuenta con recomendaciones para la salud?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuenta con información sobre cómo contribuir a reducir la contaminación (ecotips)?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuenta con una gráfica de enfermedades relacionadas a la contaminación y su significado?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

¿Cuenta con información sobre la calidad del aire de delegaciones aledañas a la ubicación del usuario?

Sí      b) No      c) Otra respuesta \_\_\_\_\_

## Resultados con los que se cuenta para la entrega del prototipo (requerimientos)

Requisitos	Sí	No	Observaciones
¿Cuenta el prototipo con la opción para registrar correo electrónico, SMS y notificaciones?	Sí		En caso de contingencia, en el prototipo se activa la alarma a partir de 150 puntos IMECA.
¿Tiene el reporte de la calidad del aire, índice de radiación UV y el clima?	Sí		
¿Cuenta con la opción para compartir el reporte de calidad del aire en Facebook y Twitter?	Sí		
¿Cuenta con información sobre los contaminantes de la CDMX?	Sí		
¿Cuenta con recomendaciones para la salud?	Sí		
¿Cuenta con información sobre cómo contribuir a reducir la contaminación (ecotips)?	Sí		
¿Cuenta con una gráfica de enfermedades relacionadas a la contaminación y su significado?	Sí		
¿Cuenta con información sobre la calidad del aire de delegaciones aledañas a la ubicación del usuario?	Sí		

Tabla 20: Requerimientos. Elaboración propia





# Bibliografía

---

Amaya, Y. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. *Revista de Tecnología. Journal Technology*, 12 (2): 111-124.

Andréu, J. (2011). *Redes locales*. Madrid, España: Editex.

Arbeláez, O., Medina, F., & Chaves, J. (2011, abril). Herramientas para el desarrollo rápido de aplicaciones web. *Scientia Et Technica*, XVII: 254-258.

Ardèvol, E., & Muntañola, N. (2004). *Representación y cultura audiovisual en la sociedad contemporánea*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Aristegui Noticias Network. (2016). *Activan primera contingencia ambiental en la Ciudad de México desde 2002*. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de Aristegui Noticias: <http://aristeginoticias.com/1403/mexico/activan-primera-contingencia-ambiental-en-la-ciudad-de-mexico-desde-2002/>

Aristegui Noticias Network. (2015). *Precontingencia navideña en el DF*. Recuperado el 25 de diciembre de 2015, de Aristegui Noticias: <http://aristeginoticias.com/2512/mexico/navidad-con-precontingencia-en-el-norte-del-df/>

Azinian, H. (2009). *Las tecnologías de la Información y Comunicación en las prácticas pedagógicas*. Buenos Aires, Argentina: Novedades Educativas.

Cairo, A. (2008). *Infografía 2.0*. (L. G. Prado, Ed.) Madrid, España: Alamut.

Cairo, A. (2011). *El Arte Funcional*. (L. G. Prado, Ed.) Madrid, España: Alamut.

Calderón-Garcidueñas, L. (2014, septiembre 9). *UM Study Finds Air Pollution Harmful to Young Brains*. Recuperado el 22 de enero de 2016, de UM News. University of Montana: <http://news.umt.edu/2014/09/09814airp.php>

Canós, J., Letelier, P., & Penadés, M. (2003). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. In P. Letelier, & E. Sánchez, *Actas. Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. Alicante, España.

Carballar, J. (2008). *VoIP: La telefonía de internet*. Madrid, España: Editorial Paraninfo.

Castells, M. (2009). *Comunicación y poder*. Madrid, España: Alianza editorial.

CCM. (2016). *Métodos rápidos (RAD, XP)*. Recuperado en marzo de 2016, de CCM: <http://es.ccm.net/contents/227-metodos-rapidos-rad-xp>

CDMX | Gobierno del Distrito Federal. (2015, julio 8). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Recuperado en mayo de 2016, de Consejería D.F.: [http://www.consejeria.df.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/09bc83afa036ec354b77a8a803f30942.pdf](http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/09bc83afa036ec354b77a8a803f30942.pdf)

Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. (2013) *Recomendaciones de política pública para mejorar la calidad del aire en México*. México: CEMDA.

Cesar, H., Borja-Aburto, V., Dorland, K., Muñoz Cruz, R., Brander, L., Cropper, M., et al. (2002, febrero 28). *Improving air quality in metropolitan Mexico City: an economic valuation*. *The World Bank*. Recuperado en abril de 2016, de The World Bank: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2002/02/1703259/improving-air-quality-metropolitan-mexico-city-economic-valuation>

Cobo, C., & Moravec, J. (2011). *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Barcelona, España: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

Domínguez, N. (2015, marzo 4). *Los alumnos de colegios con aire más contaminado desarrollan menos la memoria* | *Ciencia* | *El País*. Recuperado en noviembre de 2015, de El País: [http://elpais.com/elpais/2015/03/03/ciencia/1425406350\\_982088.html](http://elpais.com/elpais/2015/03/03/ciencia/1425406350_982088.html)

Dordogne, J. (2013). *Redes informáticas. Nociones fundamentales*. Barcelona, España: Ediciones ENI.

El Financiero. (2016). *Cambiarán Hoy No Circula tras precontingencias* | *El Financiero*. Recuperado el 23 de febrero de 2016, de El Financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/cambiaran-hoy-no-circula-tras-precontingencias.html>

El Financiero. (2016). *CDMX, la ciudad con más tráfico a nivel mundial* | *El Financiero*. Recuperado el 23 de febrero de 2016, de El Financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/cdmx-la-ciudad-con-mas-trafico-a-nivel-mundial.html>

El Universal. (2016, mayo 19). *Sedema actualiza 'app' que informa la calidad del aire*. Recuperado el 20 de mayo de 2016, de El Universal: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/metropoli/cdmx/2016/05/19/sedema-actualiza-app-que-informa-la-calidad-del-aire>

Expansión. (2013, noviembre 12). *Android es el sistema operativo más popular en el mundo, según encuesta*. Recuperado en 2015, de Expansión CNN: <http://mexico.cnn.com/tecnologia/2013/11/12/android-es-el-sistema-operativo-mas-popular-en-el-mundo-segun-encuesta>

Febles, A., Capote, T., León, Y., Velázquez, A., Delgado, R., & Calzadilla, R. (2011). *Una experiencia novedosa para el testing desarrollada por un departamento de pruebas de software*. Recuperado en 2016, de Redalyc | Revista Cubana de Ciencias Informáticas: <http://www.redalyc.org/pdf/3783/378343672002.pdf>

Fernández, V. (2006). *Desarrollo de Sistemas de Información: una metodología basada en el modelado*. Barcelona, España: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Ferré, X. & Sánchez, M. (2011). *Desarrollo orientado a objetos con UML*. Recuperado en 2016, de Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid: <http://www.uv.mx/personal/maymendez/files/2011/05/umlTotal.pdf>

Fling, B. (2009). *Mobile Design and Development*. USA: O'Reilly Media.

Florián, B., Solarte, O. & Reyes, J. (2010, julio). *Propuesta para incorporar evaluación y pruebas de usabilidad dentro de un proceso de desarrollo de software*. Recuperado en 2016, de Revista EIA. Escuela de Ingeniería de Antioquia: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n13/n13a10.pdf>

Garcés, L., & Egas, L. (2013). *Evolución de las metodologías de desarrollo de la ingeniería de software en el proceso la ingeniería de sistemas de software*. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Gosling, J., Joy , B., Steele, G., & Bracha, G. (2000). *The Java Language Specification. Second edition*. Mountain View, California, USA: Sun Microsystems Inc.

Gris, M. (2014). *Iniciación a internet*. Barcelona, España: Ediciones ENI.

Hagedorn, K. (2000, Marzo). *White Paper | Information Architecture Glossary*. Recuperado en abril de 2016, de Argus Center for Information Architecture: [http://argus-acia.com/white\\_papers/ia\\_glossary.pdf](http://argus-acia.com/white_papers/ia_glossary.pdf)

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). México: McGraw-Hill.

Hipertextual. (2011, abril 19). *Encuesta iPhone vs Android, interesantes resultados*. Recuperado en 2015, de Hipertextual: <http://hipertextual.com/archivo/2011/04/encuesta-iphone-vs-android-interesantes-resultados/>

Hurtado, D. (2011). *Teoría General de Sistemas. Un enfoque hacia la ingeniería de sistemas*. Douglas Hurtado Carmona.

IIID. (2000). *Definitions | IIID - International Institute for Information Design*. Recuperado en junio de 2016, de IIID - International Institute for Information Design: <http://www.iiid.net/home/definitions/>

IFT. (2016, febrero). *Cuarta Encuesta. Usuarios de Servicios de Telecomunicaciones*. Recuperado en 2016, de Instituto Federal de Telecomunicaciones: [http://www.ift.org.mx/sites/default/files/cuarto\\_reporte\\_encuestas\\_16.02.16.pdf](http://www.ift.org.mx/sites/default/files/cuarto_reporte_encuestas_16.02.16.pdf)

INECC. (2009, agosto). *Normas Mexicanas de Calidad del aire*. Recuperado en julio de 2016, de INECC: <http://www.inecc.gob.mx/calair-informacion-basica/559-calair-nom-cal-air>

Irabien, L. (2016). *Medidas del Gobierno local incrementaron contaminación: UNAM | La Capital*. Recuperado el 23 de febrero de 2016, de La Capital: <http://www.lacapitalmx.com/trafico/incrementaron-contaminacion-precontingencia>

Jauset, J. (2007). *Estadística para periodistas, publicitarios y comunicadores. Aplicaciones de los porcentajes y diseño e interpretación de encuestas*. Barcelona, España: UOC.

Jordán, O., & Vázquez, O. (2006). *Generación de casos de prueba a partir de casos de uso en las pruebas de software*. Recuperado en 2016, de Instituto Superior Politécnico | Ingeniería Industrial: <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/101/80>

Kampa, M., & Castanas, E. (2008, febrero). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151 (2): 362-367.

Katz, J. (2012). *Designing Information. Human factors and common sense in information design*. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.

Katz, J., & Rice, R. (2005). *Consecuencias sociales del uso de internet*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Krug, S. (2006). *No me hagas pensar. Aproximación a la usabilidad en la Web*. Pearson Prentice Hall.

Langevin, L. (2000). *La comunicación: Un arte que se aprende*. España: Editorial Sal Terrae.

León, M. (2016, mayo 12). *6 ciudades del país que están más contaminadas que la CDMX | El Financiero*. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de El Financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/ciudades-del-pais-que-estan-mas-contaminadas-que-la-cdmx.html>

Levy, J., Chemerynski, S., & Sarnat, J. (2005, julio). Ozone exposure and mortality: an empiric bayes metaregression analysis. *Epidemiology*, 16 (4): 458-468.

Martínez, E., & Díaz, Y. (2004) *Contaminación Atmosférica*. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-de la Mancha.

Mascheroni, M., Greiner, C., & Petris, R. (2012). *Calidad de software e Ingeniería de Usabilidad*. Recuperado en 2016, de XIV Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19202/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19202/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Metodología RAD. (2016). *Metodología RAD*. Recuperado en 2016, de Metodología RAD: <http://metodologiarad.weebly.com/rad-en-java.html>

Moreno, M. C. (2010). *Climatología Urbana*. España: Universitat de Barcelona.

Navarrete, T. (2012). *Análisis comparativo de los métodos de caja negra, blanca y gris de testing de software, para la propuesta de un método estándar de testing*. Recuperado en 2016, de Repositorio Digital de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6360/9.21.001138.pdf?sequence=4>

OMS. (2014, marzo). *OMS | Calidad del aire (exterior) y salud*. Recuperado en 2015, de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Online Browsing Platform. (2016). *OBP - Online Browsing Platform*. Recuperado en mayo de 2016, de Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>

Qode. (2015, febrero 4). *¿Qué son las notificaciones Push?* | Blog de Tecnología Qode Apps. Recuperado el 31 de mayo de 2016, de Qodeblog: <http://qode.pro/blog/que-son-las-notificaciones-push/>

Riojas-Rodríguez, H., Escamilla-Cejudo, J., González-Hermosillo, J., Téllez-Rojo, M., Vallejo, M., Santos-Burgoa, C., et al. (2006, marzo). Personal PM2.5 and CO exposures and heart rate variability in subjects with known ischemic heart disease in Mexico City. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 16 (2): 131-137.

Rodríguez, C., Obregón, R., & Vega, J. (2002). *Estrategias de comunicación para el cambio social*. Quito, Ecuador: Friedrich Ebert Stiftung.

Rodríguez, L. (2015). *De los métodos proyectuales al pensamiento de diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Samet, J., & Krewski, D. (2007, febrero). Health effects associated with exposure to ambient air pollution. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* , 70 (3-4): 227-242.

Santesmases, M. (2005). *DYANE. Versión 3. Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.

Schuller, G. (2007, marzo 14). *Information Design = Complexity + Interdisciplinarity + Experiment*. Recuperado el 28 de octubre de 2015, de AIGA |The professional association for design: <http://www.aiga.org/complexity-plus-interdisciplinarity-plus-experiment/>

SEDEMA. (2016). *Dirección de Monitoreo Atmosférico | Índice de Calidad del Aire*. Recuperado en marzo de 2016, de CDMX | SEDEMA: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc='ZaBhnml=&dc='Zw==>

SEDEMA. (2016). *Dirección de Monitoreo Atmosférico | Inicia la temporada de ozono*. (SEDEMA) Recuperado en mayo 15 de 2016, de CDMX | SEDEMA: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?ref=Y2I=>

SEMARNAT. (2016). *Consulta temática | Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)*. Recuperado en mayo de 2016, de SEMARNAT : [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D3\\_R\\_AIRE01\\_04&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_AIRE01_04&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)

SEMARNAT, Secretaría de Salud, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (2011) *PROAIRE 2011-2020*.



SEP, Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal (2015). *Guía Operativa para la Organización y Funcionamiento de los Servicios de Educación Inicial, Básica, Especial y para Adultos de Escuelas Públicas en el Distrito Federal*. México. Recuperado el 29 de noviembre de 2015, de SEP: [http://www2.sepdf.gob.mx/normateca\\_afsedf/disposiciones\\_normativas/vigente/dgppee/cuis-2015-2016/guias/Guia-Operativa-Escuelas-Publicas-2015-2016.pdf](http://www2.sepdf.gob.mx/normateca_afsedf/disposiciones_normativas/vigente/dgppee/cuis-2015-2016/guias/Guia-Operativa-Escuelas-Publicas-2015-2016.pdf)

Shedroff, N. (1994). *Information Interaction Design: A unified field Theory of Design*. Recuperado en diciembre de 2015, de: <http://www.nathan.com/thoughts/unified/index.html>

Skewes, C. (2013, junio-agosto). *Los desafíos de la Comunicación para el Cambio Social en Organizaciones Solidarias*. Recuperado en 2015, de Razón y Palabra | Primera Revista Electrónica en América Latina Especializada en Comunicación: [http://www.razonypalabra.org.mx/N/N83/V83/15\\_Skewes\\_V83.pdf](http://www.razonypalabra.org.mx/N/N83/V83/15_Skewes_V83.pdf)

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software (Séptima Ed)*. Madrid, España: Pearson Educación.

Suárez y Alonso, R. (2010). *Tecnologías de la información y comunicación: Introducción a los Sistemas de Información y de Telecomunicación*. España: Ideaspropias Editorial S.L.

Sunyer, J., Esnaola, M., Alvarez-Pedrerol, M., Forns, J., Rivas, I., López-Vicente, M., et al. (2015) *Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study*. PLoS Medicine. Recuperado en 2016, de: <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001792>

Tapia, A. (enero de 2014). *Hacia una definición del diseño gráfico-UACJ*. Recuperado el 14 de marzo de 2016, de: <http://www.uacj.mx/IADA/DD/LDG/Documents/LECTURAS%202014/Lectura%20del%20Mes%20-%20Enero2014%20-%20Definicion%20de%20Diseno.pdf>

Tidwell, J. (2011). *Designing Interfaces*. Canadá: O'Reilly Media.

TomTom International. (2016). *TomTom Traffic Index*. Recuperado en Mayo de 2016, de TomTom: [https://www.tomtom.com/es\\_mx/trafficindex/list](https://www.tomtom.com/es_mx/trafficindex/list)

WHO. (2015). *WHO | Exposure to ambient air pollution*. Recuperado en 2015, de World Health Organization: [http://www.who.int/gho/phe/outdoor\\_air\\_pollution/exposure/en/](http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/exposure/en/)

WHO. (2015). *WHO | World Health Organization*. Recuperado en 2015, de World Health Organization: [http://gamapserver.who.int/gho/interactive\\_charts/phe/oap\\_exposure/atlas.html](http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/oap_exposure/atlas.html)

Wurman, R. (2001). *Information Anxiety 2*. (K. Whitehouse, Ed.) USA.

# Glosario

---

**Byte:** conjunto ordenado de ocho bits.

**Cardiopatía isquémica, isquemia cardíaca o enfermedad coronaria:** Enfermedad ocasionada por la arteriosclerosis de las arterias coronarias, es decir, las encargadas de proporcionar sangre al músculo cardíaco (miocardio). La arteriosclerosis coronaria es un proceso lento de formación de colágeno y acumulación de lípidos (grasas) y células inflamatorias (linfocitos). La cardiopatía isquémica puede dañar el músculo del corazón, reduciendo su capacidad de bombear de forma eficiente. Una obstrucción súbita y severa de una arteria coronaria puede conducir a un infarto.

**Cardiovascular:** se refiere al corazón (cardio) y a los vasos sanguíneos (vascular: arterias, arteriolas, capilares, corazón y vénulas).

**Concentración:** La cantidad de un producto o de una sustancia química presente en una cantidad dada de suelo, agua, aire, alimento, sangre, cabello, orina, aliento o cualquier otro medio.

**Contingencia ambiental:** situación de riesgo causada por la actividad humana o fenómenos naturales. En el presente trabajo se hace referencia a la contingencia ambiental activada por contaminación atmosférica.

**COV:** Compuestos Orgánicos Volátiles, sustancias químicas que se encuentran en los elementos vivos. Comprenden una amplia gama de sustancias entre las que figuran los hidrocarburos (alcanos, alquenos y aromáticos), los halocarburos (por ejemplo, el tricloroetileno) y los oxigenatos (alcoholes, aldehídos y cetonas). Todos ellos son componentes orgánicos suficientemente volátiles como para existir en forma de vapores en la atmósfera en condiciones normales.

**IMECA:** Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. Indicador diseñado para informar a la población acerca de la calidad del aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. Se calcula para los 5 principales contaminantes de la zona: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas.

**Índice UV:** Es una medida de la intensidad de la radiación solar ultravioleta (UV) en la superficie terrestre. Cumple con el propósito de informar los diversos efectos de una exposición sin protección a la radiación UV: quemaduras, envejecimiento prematuro y cáncer en la piel, así como alteraciones oculares y del sistema inmunitario.

La OMS define una escala que va de 1 a 11+. En la Ciudad de México, se utiliza el valor de 0 para referirse a la ausencia de radiación. El valor de 11+ se utiliza para expresar un índice de 11 o superior. Cuando el Índice UV alcanza o supera el valor de 11 existe un riesgo importante de sufrir daños en la piel sin protección en un periodo de tiempo breve. En la Ciudad de México el Índice puede alcanzar un valor máximo equivalente a 15, sin embargo, se reporta como 11+ en apego a las recomendaciones de la OMS.

**Micrómetro, micrón o micra ( $\mu\text{m}$ ):** unidad de medida en el sistema métrico, es equivalente a una milésima parte de un milímetro. Las micras pueden ser utilizadas para medir las partículas en el aire, como el polen, el polvo, la caspa de mascotas, los ácaros del polvo, bacterias, esporas de moho y otros contaminantes diminutos.

**Nanómetro (nm):** Unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un milímetro ( $10^{-6}$  mm) o mil millonésima parte de un metro ( $10^{-9}$  m). Comúnmente se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz.

**Óxidos de nitrógeno:** grupo de gases que contienen oxígeno y nitrógeno, como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) entre otros.

Se forman principalmente durante la combustión, además están involucrados en la formación de ozono troposférico, aerosoles y lluvia ácida.

**Ozono:** es una forma de oxígeno que se encuentra de manera natural en la estratosfera y que actúa como capa protectora de la Tierra frente a los efectos adversos de la radiación ultravioleta sobre la salud y el medioambiente. Su forma molecular es  $\text{O}_3$ , se encuentra en dos capas de la atmósfera: en la estratosfera [segunda capa de la atmósfera] (en torno al 90% de la carga atmosférica total) y en la troposfera [la capa más baja de la atmósfera] (en torno al 10%).

**Ozono estratosférico:** gas esencial que ayuda a proteger a la Tierra de los dañinos rayos ultravioletas del sol. A una altura aproximada de 20 km se encuentra la llamada capa de ozono, la cual concentra la mayor cantidad de este gas en la atmósfera.

**Ozono troposférico:** se encuentra a nivel de superficie, en áreas urbanas se produce cuando los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) reaccionan en la atmósfera en presencia de luz solar. Actúa como oxidante químico y es un componente principal del smog fotoquímico. El ozono puede afectar seriamente al sistema respiratorio humano.

**PM:** Se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 micrones. Mientras menor sea el diámetro de estas partículas, mayor será el potencial daño en la salud. Se subdividen en:

- partículas de fracción gruesa (de 2.5 a 10 micrones), que pueden llegar hasta los pulmones.
- partículas de fracción fina (menores a 2.5 micrones), que pueden ingresar hasta los alveólos y luego a la sangre.

**ppm:** Partes por millón. Unidad de medida de la proporción de la concentración de una sustancia con respecto a la concentración de otra.

**Precursor:** Que precede a otra persona o cosa, generalmente anunciándola o haciéndola posible.

**Precusores de ozono:** óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

**µm:** símbolo científico del micrómetro, micrón o micra. Representado por el símbolo griego  $\mu$  y la letra m.

**Servidor:** *En informática:* sistema informático que está al servicio de otros sistemas informáticos, puede tener varias funciones. Puede ser servidor web, de aplicaciones, entre otros.

**UV (Radiación ultravioleta):** Se entiende por radiación ultravioleta la radiación cuya longitud de onda es menor que la de la luz visible pero mayor que la de los rayos x, es decir, varía entre los 400 y 100 nanómetros (nm). La fuente más habitual de radiación ultravioleta es el sol, aunque también se puede conseguir artificialmente mediante lámparas UV.

Se divide en: UVA, UVB y UVC. Todos ellos están considerados como probables cancerígenos para el hombre.

**UVA:** radiaciones de longitud de onda larga comprendida entre los 315 y 400 nm. Apenas retenidos por la atmósfera. Al menos el 90% de las radiaciones que llegan a la superficie terrestre son UVA.

**UVB:** radiaciones de longitud de onda media comprendida entre los 280 y los 315 nm. Representan como máximo un 10% de las radiaciones que llegan a la superficie terrestre.

**UVC:** radiaciones de longitud de onda corta comprendida entre los 100 y los 280 nm. Las radiaciones UVC son absorbidas en su totalidad por la capa de ozono.





Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
Unidad Cuajimalpa

**MADIC**

Maestría en Diseño, Información  
y Comunicación

