

**Acceso y procesamiento de información
sobre problemas científicos con relevancia social:
limitaciones en la alfabetización científica de los ciudadanos**

***Access and information processing
of socially relevant scientific problems:
limitations related to citizens' scientific literacy***

Víctor Jiménez y José Otero *

Este artículo se centra en la interacción entre los ciudadanos y la información científica necesaria para la comprensión de problemas tecno-científicos con relevancia social. Se describe el proceso de búsqueda de información científica sobre estos problemas, y se analizan los obstáculos con los que se encuentra un ciudadano en esta búsqueda. Se concluye apuntando variables con posible influencia en las dificultades encontradas: las características de los sistemas de información, la naturaleza de la información científica, y las disposiciones y capacidades de los propios ciudadanos.

29

Palabras clave: información científica, problemas socio-científicos, alfabetización científica

This paper focuses on the interaction between citizens and scientific information. This interaction is necessary to understand socially relevant scientific and technological problems. The authors describe the search for scientific information about these problems and discuss the obstacles found by a citizen who attempts this search. As a conclusion, it is pointed out that several variables may influence the difficulties mentioned before: characteristics of the information system, the nature of scientific information and the citizens' own capabilities and dispositions.

Key words: scientific information, socio-scientific problems, scientific literacy

* Departamento de Física, Universidad de Alcalá, España. Correos: victor_jimenez64@yahoo.com y jose.otero@uah.es.

Introducción

Los ciudadanos de las sociedades desarrolladas actuales realizan sus actividades cotidianas en un escenario en el que la ciencia y la tecnología juegan papeles importantes. Se necesitan conocimientos y habilidades apropiadas para tratar con esta clase de problemas, y mejorar lo que se ha llamado “comprensión pública de la ciencia”. Ello incluye la adquisición de un vocabulario suficiente para leer y comprender información científica, y una comprensión básica del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad (Evans y Durant, 1995; Godin y Gingras, 2000).

Esta mejora de la comprensión pública de la ciencia se promueve en el contexto escolar, pero también existe una línea de trabajo centrada en la población adulta (Miller, 1998, 1992; Evans y Durant, 1995). Se trata de analizar y mejorar la respuesta del público a problemas tecno-científicos con relevancia social, como la seguridad en el consumo de alimentos (Frewer y otros, 2002; Powel y otros, 2007; McInerney, Bird y Nucci, 2004), el calentamiento global (Corbett y Durfee, 2004), el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (Cross y Price, 1999) o la calidad del aire (Bush, Moffatt y Dunn, 2001). El trabajo que se presenta a continuación se relaciona con la comprensión pública de la ciencia por parte de la población adulta. Tiene como objetivo identificar dificultades en la interacción entre los ciudadanos y las administraciones públicas en España, al recabar información sobre problemas tecno-científicos con relevancia social.

30

La interacción entre los ciudadanos y los asuntos de naturaleza científica o técnica que les afectan a diario no está exenta de dificultades. Por ejemplo, en lo que concierne a la interacción con la tecnología más próxima, como automóviles o electrodomésticos, el usuario se enfrenta a dispositivos que incorporan sistemas de gran complejidad y opacidad, incluyendo módulos electrónicos de difícil acceso sin instrumentación sofisticada. Es decir, la tecnología que se utiliza, y muchos de los problemas que plantea, están fuera de las posibilidades de análisis del ciudadano no especialista. Estas dificultades existen también en la interacción con los problemas tecno-científicos más generales, de tipo social. En un posible intento de comprensión, el ciudadano queda frecuentemente en manos de expertos, a cuya opinión, con frecuencia, accede a través de los filtros que constituyen los medios de comunicación de masas o los portavoces, no especialistas, de las administraciones públicas. De hecho, el papel de los expertos y su actuación como asesores en problemas con relevancia social es un tema que ocupa a la Unión Europea, reclamando transparencia y democratización en su actuación para reducir la distancia entre los técnicos y los ciudadanos (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001). Se debate sobre el papel de los expertos en la toma de decisiones sobre problemas tecno-científicos (Broncano, 2010) o se aboga por la inclusión de todos los actores sociales (ciudadanos, científicos y políticos) para obtener solución a estos problemas, mediante la “participación extendida” (Funtowicz y Strand, 2007).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es examinar las dificultades existentes en la interacción entre los ciudadanos y las fuentes de información en las administraciones públicas, respecto a dos problemas tecno-científicos relacionados

con la salud: el efecto de la contaminación atmosférica, por una parte, y el efecto del consumo de agua embotellada, por otra. Se examina el proceso que siguen dos ciudadanos con formación científica básica para buscar información sobre estas relaciones, y las dificultades que plantean la búsqueda y el procesamiento de esta información.

El trabajo se plantea como un estudio de casos. Los estudios de casos consisten en “el examen intensivo-tanto en amplitud como en profundidad-de una unidad de estudio, empleando todas las técnicas disponibles para ello” (Greenwood, 1970: 117). El diseño de la investigación de casos requiere la definición, al menos, de cinco componentes importantes (Yin, 2003: 21): preguntas que se intentan responder, proposiciones del estudio, unidades de análisis, conexión entre los datos y las proposiciones, y criterios para la interpretación de los datos.

En primer lugar, las “preguntas que se intentan responder” corresponden al objetivo mencionado en el párrafo anterior: ¿puede acceder un ciudadano con formación básica a la información científica necesaria para responder a preguntas sobre problemas tecno-científicos que le afectan en su vida diaria? Si encuentra problemas, ¿de qué clase son? En segundo lugar, nuestro estudio se fundamenta en las proposiciones expuestas anteriormente: los problemas tecno-científicos involucran conocimiento de notable complejidad, al que tienen difícil acceso los ciudadanos no especialistas. Suponemos que existen problemas relacionados, tanto con la fuente de información como con el receptor, que intentamos caracterizar. En tercer lugar, en cada caso del estudio utilizamos como unidad de análisis una persona clasificable como “caso representativo” (Yin, op.cit: 41) por sus características socioeconómicas y educativas. En cuarto lugar, en cuanto a la conexión entre datos y proposiciones, utilizamos la observación controlada de los individuos participantes para recoger toda la información que intercambian con las fuentes en el proceso de búsqueda de información. Transcribimos el proceso seguido por los dos ciudadanos para obtener información a partir de las fuentes elegidas. La información que examinamos es verbal, cuando se trata de la interacción con funcionarios o empleados de los organismos consultados, y escrita, cuando se trata de documentos, por ejemplo los que se pueden encontrar en la Web. La etapa final del proceso de comparación entre datos y proposiciones incluye el examen de la validez de las respuestas que encontraron los participantes. En los casos en que no llegan a respuestas que les satisfacen, los investigadores identificamos el proceso que conduciría eventualmente a una respuesta apropiada, a partir de los documentos disponibles, y las dificultades que conlleva este proceso.

Finalmente, en lo que respecta a los criterios de interpretación de los datos, no resulta sencillo medir la importancia de las dificultades encontradas por los ciudadanos. Como aproximación relativamente fiable y válida a esta medida, utilizamos en los dos casos la valoración de tres indicadores: el tiempo invertido en la búsqueda, el número de organismos que debieron ser consultados en esta búsqueda y, finalmente, el hallazgo, o no, de la información requerida para contestar a las preguntas planteadas por los ciudadanos.

1. Caso A: Contaminación atmosférica y salud

La contaminación atmosférica es un hecho preocupante tanto a escala nacional, en España (Alonso y otros 2005; Ballester, 2005; Pérez-Hoyos 1999), como a escala supranacional (Comisión de las Comunidades Europeas, 2000; *World Health Organization*, 2003), con el problema reflejado también en los medios de comunicación de masas (J.S.G., 2006; Roselló, 2007; Méndez, Sevillano y García, 2011).

Se reconoce que la atmósfera, especialmente a partir de la última mitad del siglo XX, recibe y acumula las emisiones de gases y partículas contaminantes derivadas de las actividades antropogénicas y de fenómenos naturales. Sabemos también que un gran porcentaje de la población mundial no respira aire limpio. Por tanto, ¿qué impacto tiene en la salud respirar aire contaminado?

En los últimos años se han realizado diversos estudios sobre este tema. El proyecto europeo APHEA (Atkinson, Anderson, Sunyar, Ayres, Baccini, Vonk, Boumghar, Forastiere, Fosberg, Touloumi, Schwartz y Katsouyanni, 2001), que incluyó estudios del aire en 35 ciudades europeas, tiene su continuación en el proyecto actual, APHEIS (Medina y Placencia, 2001). En Estados Unidos se realizó un proyecto similar, el estudio NMMAPS (Dominici, 2005), que incluyó las 90 ciudades con mayor número de habitantes. El proyecto EMECAM (Galán, Aranguéz, Gandarillas, Ordóñez y Aragonés, 1999), realizado en España sobre la base del proyecto APHEA, evaluó el impacto a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre los ingresos hospitalarios y la mortalidad en 14 ciudades en el periodo 1992-1995. Restringiéndonos al municipio de Madrid, el proyecto EMECAS (Ballester, Saez, Daponte, Ordóñez, Teracido, Cambra, Arribas, Bellido, Guillén, Aguinaga, Cañada, López, Iñiguez, Rodríguez, Pérez-Hoyos, Barceló, Ocaña, y Aranguéz, 2005) concluyó que los contaminantes atmosféricos, en particular dióxido de azufre, partículas de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, incrementan la mortalidad, especialmente la relacionada con el sistema circulatorio y respiratorio. También, los datos del proyecto APHEIS en Madrid indican que los valores diarios de partículas en suspensión de 10 μ m (PM10) superan en más del 100 por ciento el valor límite establecido (López y Zorrilla, 2005), causando 59 muertes al año (1,4/100.000 personas). El 50,7 por ciento de estas muertes se producen por causas cardiovasculares y el 26 por ciento por causas respiratorias. Del mismo modo, los valores mencionados de partículas PM10 son causa de 82,3 ingresos hospitalarios urgentes de origen respiratorio y de 39,2 de origen cardíaco (Alonso, Martínez, Cambra, López, Boldo, Zorrilla, Daponte, Aguilera, Toro, Iñiguez, Ballester, García, Plasencia, Artazcoz y Medina, 2005). Parece clara, por tanto, la influencia negativa de la contaminación atmosférica en la salud.

Sin embargo, los efectos precisos de distintos niveles de contaminación sobre la salud no parecen fáciles de conocer por parte de los expertos, ni, desde luego, por parte de los ciudadanos no especialistas. La literatura científica sobre el tema pone de manifiesto la complejidad metodológica existente para relacionar la contaminación del aire con los efectos en las personas (Alonso y otros, 2005; Ballester, 2005a; Ballester, Sáez, Alonso, Taracido, Ordóñez, Aguinaga, Daponte, Bellido, Guillén,

Pérez, Cañada, Arribas y Pérez-Hoyos, 1999; *World Health Organization*, 2003). Por tanto, saber el efecto preciso que tiene en la salud respirar aire contaminado parece un problema perfectamente concebible por alguien que vive en una gran ciudad. A continuación se pretende analizar los problemas de acceso y procesamiento de información sobre este efecto por parte de un ciudadano que se interesa en ello.

1.1. Método

Se eligió para el estudio a Luisa (nombre ficticio), ciudadana de 40 años, residente en una zona de estatus socioeconómico medio en la localidad de Alcalá de Henares, población de unos 200.000 habitantes situada en el área metropolitana de Madrid. El nivel educativo de Luisa alcanza la enseñanza secundaria obligatoria (hasta los 16 años) y su ocupación actual es empleada de unos grandes almacenes.

Se explicó a Luisa el contexto y el propósito del trabajo, solicitándole que averiguase, acudiendo a alguna persona o institución responsable, cuál es el daño que produce en la salud respirar habitualmente el aire en Alcalá de Henares. No se ofreció ninguna otra orientación sobre las fuentes a consultar o el procedimiento que debía seguir. A partir de esta instrucción inicial, Luisa eligió realizar las averiguaciones pertinentes a través de llamadas telefónicas. Las conversaciones telefónicas a lo largo de todo el proceso de búsqueda fueron registradas taquigráficamente. La transcripción taquigráfica se traducía inmediatamente a un documento de texto, con lo que se aseguraba la fidelidad de la transcripción del significado, aunque no siempre la literalidad de las respuestas. En la fase posterior del estudio se analizó el proceso de búsqueda de información en Internet.

33

1.2. Resultados y discusión

Para encontrar la información requerida, Luisa escogió como fuente inicial de información los servicios municipales del Ayuntamiento de Alcalá de Henares. A partir de una primera consulta telefónica a la Concejalía de Medio Ambiente, a la que accedió a través de la centralita del Ayuntamiento, Luisa recibió información de diferentes clases por vía telefónica, o fue redirigida a organismos distintos de aquel al que llamaba. La totalidad del proceso de búsqueda se realizó en dos días, separados entre sí por un intervalo debido a las obligaciones personales de Luisa. El tiempo invertido estrictamente en las llamadas fue de 23 minutos, aproximadamente. Un resumen del proceso se presenta en la **Tabla 1**.

La información obtenida durante todo el proceso puede clasificarse en tres apartados. En primer lugar se considera la *información diana*, es decir, información que, según el criterio de los autores de este artículo, satisfaría la demanda de Luisa. Ejemplo de esta información serían contestaciones indicando que la contaminación por partículas existente no representa amenaza para la salud de una persona sana, o que la contaminación por NO₂ durante la semana aumenta en un 50% el riesgo de infecciones respiratorias. Pero debe tenerse en cuenta que este criterio tiene limitaciones debidas a la subjetividad del juicio sobre cuando se satisfaría la demanda del ciudadano que busca información. Incluso teniendo en cuenta estas limitaciones, que se discuten en detalle más adelante, el criterio se utilizó en esta primera

aproximación al problema sin que plantease dificultades importantes.

El segundo tipo de información considerada fue la información accesoria. Este tipo de información es de naturaleza similar a la *información diana* (por ejemplo: índices de contaminación que informan sobre la calidad del aire en un día y una hora determinados), pero no incluye los efectos sobre la salud. Se considera que esta información no contesta a la pregunta básica.

En tercer lugar existe *información instrumental*, es decir, información que puede orientar en la búsqueda de la información diana y que origina redireccionamientos. Se refiere, por ejemplo, al número de teléfono de un servicio u organismo distinto al consultado, o alguna dirección web en Internet.

Tabla 1. Resumen de llamadas e información proporcionada por las administraciones públicas a Luisa

DIA	ORGANISMO A QUIEN SE DIRIGE	DURACION LLAMADA TELEFÓNICA	INFORMACIÓN OBTENIDA
Ia	Centralita Ayto. Alcalá de Henares, Concejalía de Medio ambiente, Residuos	7 minutos	Declaración de falta de datos. Redireccionamiento a Ib
Ib	Comunidad de Madrid, Atención al ciudadano	1 minuto	Número telefónico de la dependencia.
Ic	Comunidad de Madrid, Información Ambiental.	3 minutos	Declaración de falta de datos sobre efectos en la salud. Redireccionamiento a Ila Los datos de calidad del aire le serán proporcionados posteriormente *
Id	A Luisa de la Comunidad de Madrid, Información Ambiental.	1,5 minutos	*Recibe una llamada el mismo día, de la oficina de Información Ambiental, con los datos de calidad del aire de las 9:00 horas de ese día. No se mencionan efectos sobre la salud.
Ila (13 días después del día I)	Comunidad de Madrid, Consejería de Sanidad y Consumo/ Sistema de Información Sanitaria	2 minutos	Declaración de falta de datos. Redireccionamiento a Iib
Iib	Comunidad de Madrid/ Salud pública Área III	4 minutos	Declaración de falta de datos. Redireccionamiento a Iic
Iic	Comunidad de Madrid/ Instituto de Salud Pública/ Sanidad Ambiental	1 minuto	Promesa de comunicación posterior * (IId)
IId	A Luisa de Comunidad de Madrid/ Instituto de Salud Pública/ Sanidad Ambiental	2 minutos	*Llamada del Servicio de Sanidad Ambiental (1h 45 min. más tarde). Información accesoria sobre la pregunta básica. Redireccionamiento a Internet

1.2.1. Proceso de consultas telefónicas

Luisa realizó en total nueve llamadas telefónicas, en tres de las cuales no obtuvo respuesta. Realizó siete veces la petición de información básica, siguiendo un patrón similar al siguiente:

(...) deseaba saber si me podía usted dar información..., sobre los índices de contaminación que tenemos en Alcalá de Henares y qué problemas de salud... podrían derivar de ello... ¿Cómo de dañino es esta contaminación para nuestra salud y qué índices tenemos?

Luisa experimentó cinco redireccionamientos en su proceso de búsqueda: el funcionario consultado la dirige hacia otra fuente, que considera apropiada, ofreciéndole un número telefónico:

(...) le voy a dar el teléfono del Área III de Alcalá de Henares del Instituto de Salud Pública y también le voy a dar el teléfono del Servicio de Sanidad Ambiental, también del Instituto de Salud Pública (...)

En cuatro ocasiones Luisa es informada de que el servicio no cuenta con los datos. Una contestación típica es la siguiente:

¿Sobre la contaminación en Alcalá de Henares? Pues es que en el ayuntamiento no existe ningún sistema de medición (...) Tiene que acudir a la comunidad de Madrid (...) a la Consejería de Medio Ambiente.

Además, en dos de esas cuatro ocasiones, el responsable de la información requerida no estaba disponible:

(...) Me puede dejar su número de teléfono y nos pondríamos en contacto con usted que ahora mismo no le puedo pasar.

En estos dos casos Luisa recibió puntualmente, más adelante, la llamada del organismo.

En la interacción con la fuente de información puede observarse que el nivel de comprensión entre Luisa y sus interlocutores es, en general, muy aceptable. No obstante, se identificaron algunos episodios de incomprensión entre Luisa y el interlocutor porque el mensaje era recibido y procesado parcial o erróneamente. El siguiente diálogo ejemplifica un episodio de incomprensión.

Luisa: (...) Deseaba saber si me podía usted dar información sobre los índices de contaminación que tenemos en Alcalá de Henares y que problemas de salud podrían derivar de ello... ¿Cómo de dañino es esta contaminación para nuestra salud y que índices tenemos?

Interlocutor: ¿Con contaminación a que se refiere?

Luisa: ¡A la contaminación medio ambiental!

Interlocutor: (...) lo único que puedes localizar (...) en la red de calidad del aire, a ver si hay de Alcalá de Henares, (...) y conocer los parámetros de las emisiones, por ejemplo de CO2, de partículas de la atmósfera, pero no de contaminación (...)

En resumen, el proceso de búsqueda de información, llevó a Luisa a contactar con seis organismos administrativos: 1) Ayuntamiento de Alcalá de Henares/Medio Ambiente/Residuos; 2) Comunidad de Madrid/Atención al Ciudadano; 3) Comunidad de Madrid/Información Ambiental; 4) Comunidad de Madrid/Consejería de Sanidad y Consumo/Sistema de Información Sanitaria; (5) Comunidad de Madrid /Salud Pública Área III; y 6) Comunidad de Madrid/Instituto de Salud Pública/Sanidad Ambiental.

Luisa consideró que había llegado a una fuente de posible información diana, en el último paso del proceso de búsqueda (IId). En este paso, el Servicio de Sanidad Ambiental de la Comunidad de Madrid proporcionó telefónicamente información sobre valores promedio de contaminantes en la Unión Europea, con la mención de que no hay unos límites claros de peligrosidad puesto que ésta depende de diversos factores. El interlocutor ofreció una semejanza entre los efectos de los contaminantes atmosféricos y la susceptibilidad de personas afectadas por olas de calor o alergias. Además, Luisa recibió información instrumental consistente en dos direcciones web: Madrid.org y Apheis.net. El servicio señaló que en dichas páginas se encontraría información sobre legislación de calidad del aire y sobre los efectos de los contaminantes en la salud.

36

1.2.2. Proceso de consulta en la Web

De acuerdo con la respuesta obtenida del Servicio de Sanidad Ambiental de la Comunidad de Madrid en el paso IId, Luisa consultó la Web a partir de las dos páginas mencionadas. Previendo la dificultad de búsqueda de la *información diana*, instruimos a Luisa para que simplemente identificase las direcciones URL en donde creía que existía esta información. De acuerdo con el registro de su navegación por Internet, Luisa visitó 17 direcciones URL. A partir de esta revisión, Luisa identificó 14 conexiones hipertextuales en donde creía que podía encontrar la información diana. Dada la dificultad que representaba para ella la revisión de estas conexiones, los autores de este artículo llevaron a cabo la lectura de sus contenidos, invirtiendo aproximadamente 50 minutos. Sólo dos de las 14 direcciones incluían información diana, de acuerdo con el criterio de los autores (la relación del contenido en las 14 conexiones, junto con la dirección URL de la página de inicio, se muestra en el Apéndice).

La *información diana* en torno a la relación contaminación-efectos en la salud se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Información localizada en las direcciones web proporcionadas por Servicio de Sanidad Ambiental de la Comunidad de Madrid

“Cuando las concentraciones tanto de SO₂ como de partículas en suspensión superan los 500 microgramos/metro cúbico de aire, como promedio de 24 horas, se produce un aumento de la mortalidad en la población en general, siendo los grupos más sensibles los individuos con procesos cardíacos o pulmonares”.

“Con promedios diarios de 250 microgramos/metro cúbico de SO₂ y de humos se ha registrado el empeoramiento en los enfermos con afecciones pulmonares”.

“Los efectos producidos por el NO₂ sobre los animales y los seres humanos afectan, casi por entero, al tracto respiratorio. Se ha observado que una concentración media de 190 microgramos de NO₂ por metro cúbico de aire, superada el 40% de los días, aumenta la frecuencia de infecciones de las vías respiratorias en la población expuesta”.

“Los oxidantes fotoquímicos afectan especialmente a las personas con afecciones asmáticas y broncopulmonares, en los que se han observado crisis asmáticas y disminución de la función pulmonar cuando las concentraciones atmosféricas de oxidantes eran superiores a 500 microgramos por metro cúbico de aire”.

Al lado de esta información, aparece gran cantidad de información accesoría que no daría respuesta directa a la petición de Luisa, debido a que no se proporcionan datos cuantitativos. Por ejemplo: cuando se explica: “Se ha comprobado la relación existente entre la contaminación atmosférica, producida por partículas en suspensión y anhídrido sulfuroso, y la aparición de bronquitis crónica caracterizada por la producción de flemas, la exacerbación de catarros y dificultades respiratorias tanto en los hombres como en las mujeres adultas...”. En otros casos se describen efectos en el organismo sin una relación explícita con los contaminantes en la atmósfera: “Se ha comprobado que una saturación de carboxihemoglobina por encima del 10% puede provocar efectos sobre la función psicomotora que se manifiesta con síntomas de cansancio, cefaleas y alteraciones de la coordinación. Por encima del 5% de saturación se producen cambios funcionales cardíacos y pulmonares y se aumenta el umbral visual”.

Por tanto, Luisa podría eventualmente acceder a información que relaciona niveles de contaminación atmosférica en Alcalá de Henares con efectos sobre la salud, mediante la comparación de los índices de contaminación de la ciudad (proporcionados en el paso Id) y las relaciones generales proporcionadas en Madrid.org y Apheis.net recogidas en la **Tabla 2**. Esta comparación, realizada por los autores, se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Relación entre los índices de contaminación y la salud

Índice contaminación 15 Feb 2011, 8:00	Influencia en la salud	Conclusión
Dióxido de azufre: 9 microgramos/m ³	"...cuando las concentraciones de SO ² ...superan los 500 microgramos/m ³ de aire, como promedio de 24 horas, se produce un aumento de la mortalidad en la población en general, siendo los grupos más sensibles los individuos con procesos cardíacos o pulmonares..." "...Con promedios diarios de 250 microgramos/m ³ de SO ₂ ... se ha registrado el empeoramiento en los enfermos con afecciones pulmonares".	Considerando que el índice de SO ₂ (9 :g/m ³) es un promedio de 24 h., en ese día la contaminación por este compuesto no incidiría en la salud de los individuos expuestos.
Partículas en suspensión: 8 mg/m ³	"...cuando las concentraciones de partículas en suspensión superan los 500 microgramos/metro cúbico de aire, como promedio de 24 horas, se produce un aumento de la mortalidad en la población en general, siendo los grupos más sensibles los individuos con procesos cardíacos o pulmonares..." "...Con promedios diarios de 250 microgramos/metro cúbico de... humos se ha registrado el empeoramiento en los enfermos con afecciones pulmonares".	Considerando que el índice de partículas en suspensión (8 µg/m ³) sea un promedio de 24 h, en ese día la contaminación por estas partículas no influyó en la salud de los individuos xpuestos.
Dióxido de Nitrogeno: 26 µg/m ³	"Los efectos producidos por el NO ₂ sobre los animales y los seres humanos afectan, casi por entero, al tracto respiratorio. Se ha observado que una concentración media de 190 microgramos de NO ₂ por metro cúbico de aire, superada el 40% de los días del año, aumenta la frecuencia de infecciones de las vías respiratorias en la población expuesta".	Considerando que el índice de NO ² (26 µg/m ³) sea un promedio de 24 h., en ese día la contaminación por este compuesto no contribuye a un efecto negativo sobre la salud de los individuos expuestos. Sería necesario seguir los valores a lo largo de varios días para comparar con el criterio.

38

En resumen, una ciudadana como la que participó en nuestro estudio podría llegar a las conclusiones que relacionamos en la última columna de la **Tabla 3**, después de nueve llamadas telefónicas, la revisión de 17 direcciones URL, el análisis relativamente detallado de 14 de éstas páginas, la identificación de los criterios incluidos en dos de ellas y la comparación con los índices de contaminación de la fecha, proporcionados telefónicamente en el paso Id.

2. Caso B: Consumo de agua embotellada y salud

El segundo análisis sobre los problemas encontrados en la búsqueda de información que responda a problemas tecno-científicos relevantes para los ciudadanos se centra en los efectos del consumo de agua embotellada en la salud.

Diversas características hacen que el agua sea imprescindible para la vida. Cerca del 60 por ciento del cuerpo de los humanos está constituido por agua y un alto

porcentaje se utiliza en los procesos metabólicos, en excreciones y en la transpiración. Esto hace necesario la ingesta de entre uno y tres litros de agua diariamente para evitar la deshidratación. Es por tanto imprescindible disponer de fuentes de suministro que permitan abastecerse de agua libre de contaminantes químicos y microbiológicos (Organización Mundial de la Salud, 2006). La conciencia de la necesidad de proveer a los individuos de agua doméstica, limpia y barata existe en Europa como servicio público desde el siglo XIX (Wilk, 2006). Desde entonces el suministro de agua ha sido un bien gestionado por el Estado. En la actualidad, en España los ayuntamientos vigilan la potabilidad del agua, evaluando la calidad física, química y microbiológica de forma que se proteja la salud de la población (Real Decreto 140/2003, 7 de febrero).

Sin embargo, en las dos últimas décadas un fenómeno creciente ha sido el consumo de agua embotellada como alternativa al agua de abasto público. Pero disponer de agua embotellada trae consigo un gasto económico para el consumidor, dado que su precio puede ser mil veces mayor que el del agua de suministro público. Además, la producción de agua embotellada genera un impacto negativo en el medio ambiente por las cantidades de energía consumida en la manufactura de recipientes, por su transporte y por el número de botellas vacías que se desechan (Denehy, 2008; Wilk, 2006; Guaita, 2008). ¿Por qué, entonces los, consumidores eligen beber agua embotellada antes que la de suministro público, de coste considerablemente menor? En un estudio norteamericano en el que se preguntó sobre la preferencia de beber agua embotellada, un 47% contesta que la elige como alternativa a otras bebidas, el 35% que lo hace por seguridad, el 7% la elige por su sabor y un 11% debido a otras causas (NRDC, 1999). Otros estudios muestran también que en el consumo de agua embotellada inciden factores como la creencia de que no se dispone de agua limpia y segura en el suministro público, la mayor conciencia de los efectos nocivos para la salud de bebidas con edulcorantes o saborizantes añadidos artificialmente, o las campañas de marketing de las empresas productoras describiendo el agua embotellada como “una bebida refrescante”, “ligera”, “clara”, “libre de saborizantes y edulcorantes”, “sana y pura” (Denehy, 2008; Bullers, 2002; Wilk, 2006).

39

Entonces, ¿es mejor para la salud beber agua embotellada? No todo parece ventajoso en este consumo. Se ha encontrado que la concentración de antimonio en el agua envasada es superior a la concentración del mismo elemento en su fuente de origen. Ello hace sospechar que éste elemento se libera de los envases de tereftalato de polietileno (PET), pues se usa como catalizador en su fabricación (Shotyc, 2006). En cuanto a los controles de calidad, los del agua suministro público, ofrecen muchas garantías (Denehy, 2008; Bullers, 2002).

Por tanto, no parecen estar claras las ventajas comparativas del consumo de agua embotellada respecto a la de suministro público, en lo que respecta a los efectos sobre la salud. Como en el caso de la contaminación atmosférica, es concebible que los efectos en la salud del consumo de una u otra clase de agua pudiesen representar un problema para un ciudadano reflexivo. Por ello, en este segundo caso, se analizan los problemas de acceso y procesamiento de información necesaria para decidir sobre los efectos que puede tener en la salud el consumo de agua embotellada por comparación con el agua de suministro público.

2.1. Método

La búsqueda de información fue llevada a cabo por Daniel (nombre ficticio), varón de 50 años, residente en una zona de estatus socioeconómico medio de la ciudad de Guadalajara, capital de provincia de 83.000 habitantes en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, en España. Daniel tiene la educación del nivel obligatorio en España y su ocupación es funcionario municipal.

De la misma manera que en el Caso A se explicó el contexto y el propósito del trabajo a Daniel, rogándole que averiguase dirigiéndose a los organismos que considerase apropiados si en Guadalajara es mejor para la salud beber agua embotellada que agua de suministro público. El proceso de recogida de datos siguió las mismas pautas que en el Caso A. Se consideraron también los tres tipos de información mencionados anteriormente.

2.2. Resultados y discusión

Daniel escogió como fuente de consulta inicial la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural del gobierno autónomo de Castilla-La Mancha (Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, JCCM). Como en el caso anterior, recibió información en las llamadas o fue redirigido a otras fuentes. Daniel recabó la información en un solo día, invirtiendo 18 minutos en llamadas telefónicas. Un resumen del proceso se representa en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Resumen de llamadas e información proporcionada por las administraciones públicas a Daniel

DIA	ORGANISMO A QUIEN SE DIRIGE	DURACIÓN LLAMADA TELEFÓNICA	INFORMACIÓN OBTENIDA
1a	Delegación Provincial de Agricultura y Desarrollo Rural (JCCM)	2 minutos	Redireccionamiento a 1b
1b	Ayuntamiento de Guadalajara	2 minutos	Número telefónico de la Confederación Hidrográfica del Tajo y Mancomunidad de Aguas del Sorbe, contactadas en 1c y 1e.
1c	Ministerio de Medio Ambiente. Oficina periférica en Guadalajara. Confederación Hidrográfica del Tajo	3 minutos	Declaración de falta de datos Redireccionamiento a 1d
1d	Ayuntamiento de Guadalajara	1 minuto	Derivación telefónica desde la centralita del Ayuntamiento al Técnico de Aguas. No se obtiene respuesta.
1e	Mancomunidad de Aguas de Sorbe	5 minutos	Derivación a Servicio de la misma dependencia (1f) y recomendación consulta Web
1f	Laboratorio de la Mancomunidad de Aguas de Sorbe	5 minutos	Respuesta limitada a la pregunta base y redireccionamiento a Web

41

2.2.1. Proceso de consultas telefónicas

Daniel inició la búsqueda en la Delegación Provincial de Agricultura y Desarrollo Rural de Guadalajara, del gobierno de la Comunidad de Castilla-La Mancha. En la búsqueda de información, Daniel contactó con cuatro organismos administrativos: 1) JCCM/Delegación Provincial/Agricultura y Desarrollo Rural; 2) Ayuntamiento de Guadalajara/centralita; 3) Ministerio de Medio Ambiente/ Oficina Periférica en Guadalajara/Confederación Hidrográfica del Tajo; y 4) Mancomunidad de Aguas del Sorbe/Laboratorio. Realizó en total seis llamadas telefónicas, en una de las cuales no obtuvo respuesta, haciendo tres veces la misma petición de información básica (1c, 1e y 1f). Las peticiones de información siguen un patrón similar al siguiente:

(...) una pregunta a nivel particular y es saber... ¿es mejor para mi salud beber agua embotellada o beber agua de Guadalajara?

Daniel experimentó dos redireccionamientos en todo el proceso de búsqueda (1a y 1c). Por ejemplo:

(...)¿Si quiere usted llamar al laboratorio? Yo le doy el teléfono

En una ocasión (Ic), el funcionario consultado declara que en esa instancia no se cuenta con los datos solicitados:

Llame al Ayuntamiento porque ellos conocen... porque saben el agua que suministran y echan o ponen lo que tengan que poner, ¿no?

Como en el caso A, el nivel de comprensión en la interacción entre Daniel y sus interlocutores es, en general, muy aceptable. Daniel supone que ha llegado a la fuente de información diana en el último paso If. En este paso, el laboratorio de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe le comunica que el agua de la red de Guadalajara es saludable, que pasa por un estricto control de calidad y que destaca a nivel nacional por su calidad. Pero en relación con la pregunta básica, si es mejor para la salud beber agua embotellada, indican que lo único que puede provocar problemas para la salud es la contaminación del agua. Sugieren que compare las analíticas del agua de la red de Guadalajara y del agua embotellada, ya que no pueden dar otra información:

(...) tenemos una página web y en ella están colgados los análisis mensuales del agua, y usted compara las características de este agua con las de una botella de agua mineral que usted compre, donde viene también una analítica y verá la comparativa. Ésta tiene menor cantidad de minerales que otras aguas, que eso no es mejor ni es peor, es diferente. Su composición varía dependiendo del suelo por el que pasan, simplemente. Pero, vamos... lo que puede provocar problemas para la salud sería la contaminación que pudiera tener el agua y este agua [la de suministro público] no tiene contaminación, está perfectamente depurada...

42

Además, remiten a la página web de la compañía de agua de suministro público en Guadalajara: www.aguasdelsorbe.es.

2.2.2. Proceso de consulta en la Web

De acuerdo con la información instrumental ofrecida por la Mancomunidad de Aguas del Sorbe, Daniel revisó la página web indicada. La información obtenida en esta página sobre el agua de suministro en Guadalajara es de carácter accesorio. Se presenta información sobre conductividad del agua, pH, contenido de sustancias como amonio, cloro, sodio, sulfuro, iones, metales pesados, o plaguicidas, así como unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli*, *Enterococos* y *Coliformes*. Por tal razón, Daniel continuó la búsqueda, por su propia iniciativa, en las páginas web siguientes: 1) Ministerio de Medio Ambiente (a partir de www.aguasdelsorbe.es); 2) de una marca conocida de agua embotellada a la cual accedió escribiendo la dirección directamente; (3) Ayuntamiento de Guadalajara a la cual accedió escribiendo la dirección (www.guadalajara.es) directamente; y 4) Guadalajara, empresa gestora del

agua (accionando una conexión hipertextual a partir de la dirección URL anterior). Después de una búsqueda por las páginas anteriores, que incluyó seis direcciones URL y 26 conexiones hipertextuales, Daniel consideró que no podía encontrar la *información diana*. Remitió a los autores de este artículo un documento PDF con los resultados del análisis mensual del agua de suministro público en Guadalajara, encontrado en el sitio: www.aguasdelsorbe.es.

Siguiendo la recomendación del laboratorio de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe, y dada la previsible dificultad que tendría Daniel para realizar la comparación entre los resultados de este análisis y la información existente en el agua embotellada comercial, los autores intentaron realizar la comparación eligiendo dos marcas de agua embotellada que se adquirieron en un supermercado local. El análisis del agua de suministro público realizado por Aguas del Sorbe (MAS, 2010) proporciona los resultados de 83 parámetros correspondientes a indicadores organolépticos, microbiológicos, iones, metales pesados, equilibrio calcio-carbónico, trihalometanos/volátiles, hidrocarburos policíclicos aromáticos y plaguicidas. ¿Cuáles de éstos son especialmente relevantes para la salud e interesan ser comparados con el valor en el agua embotellada? Suponiendo que un ciudadano con formación científica básica accediese a documentos de las autoridades nacionales e internacionales responsables de la salud pública, podría encontrar en el informe “Guías para la calidad del agua potable (3ª Ed.). Vol1. Recomendaciones” (OMS, 2006) de la Organización Mundial de la Salud las informaciones siguientes:

- La gran mayoría de los problemas de salud relacionados de forma evidente con el agua se deben a la contaminación por microorganismos (bacterias, virus, protozoos u otros organismos). No obstante, existe un número considerable de problemas graves de salud que pueden producirse como consecuencia de la contaminación química del agua de consumo (pág. 12).
- También debe tenerse en cuenta el riesgo para la salud asociado a la presencia en el agua de consumo de radionúclidos de origen natural, aunque su contribución a la exposición total a radionúclidos es muy pequeña en circunstancias normales (pág. 15).
- Son pocas las sustancias químicas de las que se haya comprobado que causan efectos extendidos sobre la salud de las personas como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas de las mismas en el agua de consumo. Entre ellas se incluyen el fluoruro, el arsénico y el nitrato. También se han comprobado en algunas zonas efectos sobre la salud de las personas asociados al plomo (procedente de las instalaciones de fontanería domésticas) y existe preocupación por el grado potencial de exposición en algunas zonas a concentraciones de selenio y uranio significativas para la salud. El hierro y el manganeso generan preocupación generalizada debido a sus efectos sobre la aceptabilidad del agua, y deben tenerse en cuenta en cualquier procedimiento de fijación de prioridades (pág. 37).

La investigación se centró, entonces, en el análisis de las dos clases de contaminantes más importantes: los de naturaleza microbiológica y los de naturaleza química.

- *Contaminación microbiológica*. La contaminación del agua por virus, bacterias y parásitos produce enfermedades infecciosas muy comunes y extendidas. La presencia de estos microorganismos en el agua debe su origen a la contaminación fecal. En su mayoría, estos

agentes patógenos se encuentran en el tracto digestivo de humanos y animales. La contaminación microbiológica es causada por organismos que no se encuentran en zonas específicas del planeta ni se circunscriben a países en desarrollo o desarrollados. Representan una amenaza global que exige una gran coordinación de la salud pública mundial y puede provocar gastos enormes para el control de brotes epidémicos (Rojas, 2003). La detección directa de contaminación microbiológica representa un gasto enorme y laboratorios especializados, además de varios días de trabajo (OMS, 2006). Por ello, para su detección se utilizan indicadores biológicos e indicadores químicos que sugieren la presencia de los patógenos mencionados. Los indicadores biológicos son organismos de fácil identificación, como las bacterias entéricas o coliformes. Los indicadores químicos asociados a la contaminación microbiológica son el amonio, los cloruros, nitratos y nitritos. Por lo tanto, los contaminantes microbiológicos que interesan en la comparación con el agua embotellada son las enterobacterias y los indicadores químicos amonio, cloruros, nitratos y nitritos.

• *Contaminación química.* ¿Cuáles de los contaminantes químicos son especialmente relevantes para la salud, en el contexto que nos ocupa, e interesa comparar con el valor en el agua embotellada? Para identificarlos se puede partir de la relación de 125 contaminantes químicos presentes en el agua, que proporciona la OMS (2006, Cap. 12). De ellos, fueron seleccionados aquellos cuya presencia en el agua de consumo tiene influencia en la salud, y no solamente en las características organolépticas del agua, y cuyo efecto se haya comprobado en poblaciones humanas: arsénico, bario, fluoruro, níquel, plomo, selenio y uranio.

2.2.3. Comparaciones y síntesis de resultados

En la **Tabla 5** se muestra el valor de los parámetros microbiológicos y químicos seleccionados, tanto en el análisis realizado por la Mancomunidad de Aguas del Sorbe como en el análisis incluido en las etiquetas del agua embotellada.

Tabla 5. Relación de valores máximos permitidos en el agua de suministro público y en el agua embotellada

Parámetro	Máximo valor permitido ¹	Influencia en la salud (Según OMS, 2006)	Análisis agua de ² suministro público (Enero 2011)	Etiqueta agua embotellada 1	Etiqueta agua embotellada 1
Microbiológico: Bacterias Entericas	0 UFC en 100ml	La mayoría de las bacterias patógenas que pueden ser transmitidas por el agua infectan el aparato digestivo y son excretadas en las heces de las personas o animales infectados. Los efectos en la salud son: gastroenteritis leve, diarrea grave, a veces mortal, disentería, hepatitis y fiebre tifoidea.	0	Inexistente	Inexistente
Indicador microbiológico: Amonio	0,50 mg/l	Es un indicador químico de contaminación fecal	<0,02 mg/l	Inexistente	Inexistente
Indicador microbiológico: Cloruros	250 mg/l	Es un indicador de contaminación fecal	5,08 mg/l	Inexistente	Inexistente
Indicador microbiológico: Nitratos y Nitritos	50 mg/l	El principal riesgo para la salud del nitrato y el nitrito es la metahemoglobinemia, también llamada «síndrome del recién nacido cianótico». Es un indicador de contaminación fecal.	0,18 mg/l[1]	Inexistente	Inexistente
Químico: Arsénico	10 mg/l	Estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo de cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos	<1,6 mg/l	Inexistente	Inexistente
Químico: Bario	70 mg/l	La valoración toxicológica que implica mayor riesgo para las personas parece ser su potencial para causar hipertensión	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Químico: Níquel	20 mg/l	La inhalación de compuestos de níquel es cancerígena para el ser humano.	<1,1 mg/l	Inexistente	Inexistente
Químico: Plomo	25 mg/l	Sustancia tóxica general que se acumula en el esqueleto. Los lactantes, los niños de hasta 6 años y las mujeres embarazadas son las personas más vulnerables a sus efectos adversos para la salud.	<0,5 mg/l	Inexistente	Inexistente
Químico: Fluoruro	1,5 mg/l	Afecta principalmente a los tejidos óseos (huesos y dientes). En muchas regiones con un índice alto de exposición al fluoruro, éste es una causa significativa de morbilidad.	0,032 mg/l	Inexistente	Inexistente
Químico: Selenio	10 mg/l	Los efectos tóxicos de la exposición prolongada al selenio se manifiestan en las uñas, el cabello y el hígado.	<2 mg/l	Inexistente	Inexistente
Químico: Uranio	15 mg/l	La nefritis es el principal efecto químico inducido por el uranio en personas.	Inexistente	Inexistente	Inexistente

Al final del largo proceso descrito, la comparación de las analíticas del agua de suministro público y del agua embotellada imposibilita sacar conclusiones sobre diferencias en los posibles efectos en la salud. Ninguno de los parámetros clave aparece en la información proporcionada en las etiquetas del agua embotellada. Es

1. Tomados del real decreto 140/2003, 7 de Febrero.

posible que las empresas consideren obvia la ausencia de estos contaminantes. Las etiquetas de las dos marcas de agua embotellada examinadas proporcionan, sin embargo, información sobre valores (sin mencionar las unidades de medida) de carbonato de calcio, sodio, cloro, calcio, magnesio, litio y potasio. Pero un ciudadano que quisiese llegar a conclusiones fundamentadas sobre los efectos del consumo de agua de una u otra procedencia encontraría muchas dificultades, como le sucedió a Daniel, para obtener información básica sobre la ausencia de contaminantes importantes. Es razonable suponer que las dificultades que tendría para evaluar las implicaciones y la importancia de la información relativamente secundaria, que aparece en las etiquetas de las botellas de agua embotellada examinadas, serían mucho mayores.

Conclusiones

El examen de los procesos de búsqueda en los dos casos examinados revela que no fue fácil para los dos ciudadanos participantes obtener información relacionada con algunos problemas tecno-científicos que les afectan. Los dos estudios ponen de manifiesto que las dificultades en la búsqueda y procesamiento de información sobre los dos problemas estudiados se deben a las características de la fuente, las características del sujeto que busca la información y la naturaleza de la propia información buscada. A continuación se considerarán cada una de estas clases de dificultades.

46

En primer lugar, las administraciones y organismos públicos consultados mostraron algunas limitaciones como fuentes de información sobre los dos temas elegidos en este análisis. Los dos sujetos participantes en nuestro estudio hicieron nueve y seis llamadas telefónicas respectivamente, invirtieron estrictamente en llamadas 23 minutos en el primer caso y 18 minutos en el segundo y contactaron con seis distintas oficinas públicas en el primer caso y cinco en el segundo. En este proceso, sufrieron cinco redireccionamientos en la búsqueda de información sobre la contaminación y dos en la búsqueda referente a la calidad del agua. Es razonable pensar que un ciudadano normal no hubiese invertido el tiempo y el esfuerzo que dedicaron los participantes en este trabajo, debido al compromiso adquirido con los investigadores.

Las transcripciones de las interacciones entre los ciudadanos y los funcionarios, ponen de manifiesto que estos últimos se muestran en general cooperativos ante los requerimientos efectuados, aunque no disponen en muchas ocasiones de la información requerida. Por tanto, las dificultades para proporcionar la información requerida en este estudio parecen encontrarse en características estructurales del sistema administrativo, más que en deficiencias individuales de los funcionarios. Y una de las razones puede hallarse en que la organización administrativa no parece estar diseñada para cumplir estas funciones informativas y, por tanto, no resulta eficiente para la transmisión de información como la requerida en el estudio. Por otra parte, los propios funcionarios tampoco tenían claro en ocasiones a donde dirigir las pesquisas como muestran los cuatro redireccionamientos erróneos del primer caso y los dos del segundo.

Las limitaciones en las fuentes de información también aparecieron en los pocos datos que se recogieron en este estudio sobre el sector privado. El caso B pone de manifiesto la ausencia de información relevante para decidir sobre los efectos en la salud del consumo de agua embotellada, que se puede encontrar en las etiquetas de dos marcas.

La segunda clase de dificultad, de la mayor importancia, tiene que ver con la complejidad de la propia información solicitada. Las fuentes de la administración proporcionaron de manera relativamente sencilla, en los dos casos, información accesoria como índices de contaminación o datos de pruebas analíticas del agua de suministro público. La información puede revelar la calidad del aire y del agua, pero no informa de los efectos sobre la salud. Esta última información es compleja, incluso para un experto en los efectos de la contaminación atmosférica en la salud (Alonso y otros 2005; Ballester, 2005; Ballester y otros, 1999; Pérez-Hoyos y otros, 1999) o sobre la relación entre la calidad del agua y la salud (Wilk, 2006; Denehy, 2008). En el caso de la contaminación atmosférica existen importantes dificultades metodológicas para determinar directamente el efecto pernicioso de los contaminantes en las personas (Bolumar, 2008). De ahí que los análisis de estos efectos se lleven a cabo con datos indirectos, relacionando el aumento de la mortalidad y morbilidad con niveles altos de contaminantes. Por tanto, es altamente improbable que ciudadanos como Luisa y Daniel llegasen a respuestas satisfactorias a las preguntas planteadas, incluso tras la revisión de la información escrita recomendada. Los investigadores pudieron acceder a dos localizaciones web en el caso A, sobre contaminación, que incluían información diana. Una de las dos páginas relaciona claramente el tipo de contaminantes con los daños que produce. La segunda página, en inglés, ofrece gran cantidad de trabajos e informes, de nivel relativamente alto sobre la contaminación y la salud de manera que es difícil, para alguien no experto, acceder a la información relevante.

47

En el caso B, la página web recomendada en el último paso del proceso de consulta telefónica explica el proceso de purificación, e incluye resultados de análisis mensuales del agua, pero no alude a información relativa a los efectos sobre la salud. Ello requirió la revisión de documentos, como los informes de la OMS o del Ministerio de Sanidad español, para identificar los parámetros especialmente relevantes desde el punto de vista sanitario, que no son fácilmente accesibles para un ciudadano con formación científica básica. Por tanto, no es sencillo, incluso para alguien con formación científica general, acceder a información que responda concretamente a las preguntas planteadas por los ciudadanos.

Finalmente, una tercera clase de dificultades puede radicar en características del propio ciudadano. La fuente recomendada finalmente en ambos casos consistió en documentos disponibles en la web. Sin embargo, es necesario considerar, en primer lugar, la capacidad para buscar y entender la información pertinente por parte del ciudadano interesado. En el caso A, es difícil llegar a conclusiones claras sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud incluso para un experto, como se mencionó anteriormente. En el caso B, se sugiere finalmente al ciudadano que compare datos de analíticas de agua embotellada y de agua de la red de suministro

público, con objeto de extraer las conclusiones apropiadas sobre los efectos en la salud. Pero los resultados de las pruebas indicadas en la Tabla 5 no son de interpretación fácil para alguien no experto en el tema. Por ejemplo, ¿qué componentes son especialmente dañinos? o, ¿cuál es la solidez de los datos mediante los que se fijan los valores máximos permisibles? La posibilidad de que un ciudadano con una formación científica básica llegue a contestaciones fundamentadas a estas preguntas parece remota.

En segundo lugar, deben considerarse las dificultades para acceder a la información relevante, que están asociadas a rasgos de personalidad como la “necesidad de cognición” (Cacioppo y Petty, 1982) u otras características individuales del dominio metacognitivo (Hacker, Dunlosky, Graesser, 2009). Estos factores personales condicionarían seguramente la perseverancia en la búsqueda de la información o el grado en el que el ciudadano se satisface con la información proporcionada, aunque sea insuficiente. Los ciudadanos podrían verse satisfechos con respuestas que, de hecho, no contestan su pregunta. Un ejemplo es la siguiente información proporcionada por un empleado de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe, durante el proceso de búsqueda en el caso B: “El agua de Guadalajara es muy buena. Es de las mejores ¿eh? Junto con la de Madrid es un agua muy buena, muy buena”. Un ciudadano podría darse por satisfecho con tal respuesta, aún cuando la desconociese en qué se fundamenta. Estos parámetros individuales, que jugaron un papel menor en el estudio actual debido a lo especial de la situación en la que se encontraban los sujetos colaboradores, son merecedores de un estudio más detallado por su importancia en la búsqueda de información por los ciudadanos en situaciones naturales.

48

Finalmente, resulta apropiado preguntarse sobre el grado en que son generalizables los resultados del estudio de estos dos casos. La posibilidad de generalización a partir de los estudios de casos es un asunto discutido extensamente en la literatura (Gomm, Hammersley y Foster, 2000; Yin, 2003). Los estudios de casos, por su propia naturaleza, no proporcionan datos generalizables “estadísticamente”; es decir: el caso no debe considerarse en modo alguno como una muestra de uno o dos sujetos. El modo de generalización de los casos es el llamado de “generalización analítica” (Yin, 2003) o de “inferencia lógica” (Mitchell, 1983). Los estudios de casos están dirigidos a apoyar (o en su caso falsar) una teoría, como es en nuestro caso la caracterización de la búsqueda de información científica con relevancia social como un proceso con dificultades intrínsecas para el ciudadano con una formación básica. Por otra parte, una de las funciones de los estudios de casos es descubrir “factores relevantes que, posteriormente el investigador puede medir y expresar en términos cuantitativos” (Van Dalen y Meyer, 1994: 244). Estos factores son los que se incluyen dentro de las tres clases relacionadas en los párrafos anteriores. Por tanto, estos dos estudios de casos sugieren interrogantes importantes, y los correspondientes estudios posteriores, sobre la posibilidad de que los ciudadanos no especialistas accedan a información científica relevante para los problemas de la vida diaria. Apuntan también los efectos y las limitaciones de un enfoque relativamente ingenuo de la alfabetización científica tanto en la educación formal como en la informal: ¿puede un ciudadano con una formación científica básica,

como la proporcionada en la etapa de educación general, comprender aceptablemente problemas tecno-científicos de su entorno como los planteados? Y en caso de que no pueda, ¿está instaurada como solución la existencia de una ignorancia consciente abrazada sin problemas por los ciudadanos?

Bibliografía

ALONSO, E., MARTÍNEZ, T., CAMBRA, K., LÓPEZ, L., BOLDO, E., ZORRILLA, B., DAPONTE, A., AGUILERA, I., TORO, S., IÑIGUEZ, C., BALLESTER, F., GARCÍA, F., PLASENCIA, A., ARTAZCOZ, L. y MEDINA, S. (2005): "Evaluación en cinco ciudades españolas del impacto en salud de la contaminación atmosférica por partículas: Proyecto europeo APHEIS", *Revista Española de Salud Pública*, vol.79, nº.2, pp.297-308.

ATKINSON, R., ANDERSON, R., SUNYER, J., AYRES, J., BACCINI, M., VONK, J., BOUMGHAR, A., FORASTIERE, F., FORSBERG, B., TOULOUMI, G., SCHWARTZ, J. y KATSOUYANNI, K. (2001): "Acute Effects of Particulate Air Pollution on Respiratory Admissions Results from APHEA 2 Project", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 164, pp 1860-1866.

BALLESTER, F. (2005): "Contaminación atmosférica, cambio climático y salud", *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, nº. 2, pp. 159-175.

49

BALLESTER, F., SAEZ, M., DAPONTE, A., ORDOÑEZ, J.M., TARACIDO, M., CAMBRA, K., ARRIBAS, F., BELLIDO, J., GUILLÉN, J., AGUINAGA, I., CAÑADA, Á., LÓPEZ, E., IÑIGUEZ, C., RODRIGUEZ, P., PÉREZ-HOYOS, S., BARCELÓ, M., OCAÑA, R. y ARANGUÉZ, E. (2005): "El proyecto Emecas: protocolo del estudio multicéntrico en España de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud", *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, nº. 2, pp. 229-242.

BALLESTER, F., SAEZ, M., ALONSO, E., TARACIDO, M., ORDÓÑEZ, J., AGUINAGA, I., DAPONTE, A., BELLIDO, J., GUILLÉN, J., PÉREZ, M., CAÑADA, Á., ARRIBAS, F., PÉREZ-HOYOS, S. (1999): "El proyecto EMECAM: estudio multicéntrico español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad. Antecedentes, participantes, objetivos y metodología", *Revista Española de Salud Pública*, vol.73, nº.2, pp.165-175.

BOLUMAR, F. (2008): *Comunicación personal*.

BULLERS, A. (2002): "Bottled Water: Better Than the Tap?", *FDA Consumer Magazine*, U.S. Food and Drug Administration, Julio- Agosto.

BUSH, J., MOFFATT, S. y DUNN, C. (2001): "Keeping the public informed? Public negotiation of air quality information" *Public Understanding of Science*, vol. 10, pp. 213-229.

BRONCANO, F. (2010): “¿Tienen los expertos autoridad epistémica en la democracia?”, Foro CTS, *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*. Disponible en: http://www.revistacts.net/index.php?option=com_content&view=article&id=352:el-debate-itiienen-los-expertos-autoridad-epistemica-en-la-democracia&catid=19:debates&Itemid=38.

CACIOPPO, J. y PETTY, R. (1982): “The need for cognition”, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 42, pp. 116-131.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001): “Democratising Expertise and Establishing Scientific Reference Systems”, *White Paper on Governance*.

CORBETT, J. y DURFEE, J. (2004): “Media Representations of Global Warming Testing Public (Un)Certainty of Science”, *Science Communication*, vol. 26, n° 2, pp. 129-151.

CROSS, R. y PRICE, R. (1999): “The Social Responsibility of Science and the public understanding of Science”, *International Journal of Science Education*, vol. 21, n° 7, pp 775 - 785.

DENEHY, J. (2008): “Water for sale: What Are the Cost?”, *The Journal of school Nursing*, vol. 24. n° 2. pp. 59-60.

DOMINICI, F., ZANOBETTI, A., ZEGER, S., SCHWARTZ, J. y SAMET, J. (2005): “The national morbidity, mortality, And air pollution study. Part IV: Hierarchical Bivariate Time-Series Models-a Combined Analysis of pm10 Effects on Hospitalization and Mortality”. *Health Effects Institute*, n°. 9, parte IV, pp 1-25. Disponible en: www.airimpacts.org/documents/local/NMMAPS4.pdf.

EVANS, G. y DURANT, J. (1995): “The relationship between knowledge and attitudes in the public understanding of science in Britain”, *Public Understand of science*, vol. 4, pp. 57-74.

FREWER, L., MILES, S., BRENNAN, M., KUZNESOF, S., NESS, M. y RITSON, C. (2002): “Public preferences for informed choice under conditions of risk uncertainty”, *Public Understanding of Science*, vol. 11, pp. 363-372.

FUNTOWICZ, S. y STRAND, R. (2007): “De la demostración experta al diálogo participativo”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 3, n° 8, pp. 97-113.

GALAN, I., ARANGUEZ, E., GANDARILLAS, A., ORDÓÑEZ, J. y ARAGONÉS, N. (1999): “Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad: resultados del proyecto EMECAM en Madrid, 1992-1995”, *Revista Española de Salud Pública*, vol. 73, n°. 2, pp. 243-252.

GODIN, B. y GINGRAS, Y. (2000): “What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model”, *Public Understand of Science*, vol. 9, pp. 43-58.

GOMM, R., HAMMERSLEY, M., y FOSTER, P. (2000). *Case Study Method*, London, Sage.

GREENWOOD, E. (1970): *Metodología de la investigación social*, Buenos Aires, Paidós.

GUAITA, N. y JIMÉNEZ, L. (2008): "Agua y Sostenibilidad", *Índice: Revista de Estadística y Sociedad*, nº 28, pp. 14-17.

HACKER, D, DUNLOSKY, J, y GRAESSER, A. (Eds.): *Handbook of Metacognition in Education*, New York, Routledge.

J.S.G. (2006): "La contaminación del aire oscurece el cielo de la región", *El País*, Febrero 14, p. M1.

LÓPEZ, L. y ZORRILLA, B. (2005): "Health EALTH impact assesdment of air pollution. Enhis-1 Project: WP5 Health impact assessment", *Local City Report*, Madrid. Disponible en: www.apheis.org/CityReports2005/Madrid.pdf.

MANCOMUNIDAD DE AGUAS DEL SORBE (2010): "Análisis de agua tratada - Agosto". Disponible en: http://www.aguasdelsorbe.es/web/downloads.php?id_button=9&id_section=38.

MCINERNEY, C., BIRD, N. y NUCCI, M. (2004): "The flow of Scientific Knowledge from Lab to the Lay Public", *Science Communication*, vol. 26, nº 1, pp. 44-74.

51

MEDINA, S., y PLACENCIA, J. (2001) "Presentación de APHEIS, Contaminación atmosférica y Salud: Un Sistema Europeo de Información. Contaminación atmosférica y Salud Pública en Europa". Disponible en: www.apheis.org/Pdf/apheis_castillan.PDF.

MENDES, R, SEVILLANO, E. y GARCÍA, J. (2011): "La contaminación del tráfico ensombrece Madrid y Barcelona", 8 de febrero. Disponible en: http://www.elpais.com/articulo/sociedad/contaminacion/trafico/ensombrece/Madrid/Ba rcelona/elpepusoc/20110208elpepusoc_1/Tes.

MILLER, J. (1992): "Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology", *Public Understanding of Science*, vol. 1, pp. 23-26.

MILLER, J. (1998): "The measurement of civic scientific literacy", *Public Understanding of Science*, vol. 7, pp. 203-223.

MITCHELL, J. C. (1983): "Case and Situation Analysis", *Sociological Review*, vol. 31, pp. 187-211.

NATIONAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL (NRDC) (1999): "Bottled water-pure drink or pure hype". Disponible en: <http://www.nrdc.org/water/drinking/bw/bwinx.asp>.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2006): *Guías para la calidad del agua potable*. Vol. 1. Recomendaciones. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf.

PÉREZ-HOYOS, S., SÁEZ, M., BARCELÓ, M. A., CAMBRA, C., FIGUEIRAS A., ORDÓÑEZ, J., GUILLÉN, F., OCAÑA, R., BELLIDO, J., CIRERA, L., ALONSO, A., RODRÍGUEZ, V., ALCALÁ, T. y BALLESTER, F. (1999): "Protocolo EMECAM: análisis del efecto a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad", *Revista Española de Salud Pública*, vol. 73, nº 2, pp.177-185.

POWELL, M., DUNWOODY, S., GRIFFIN, R., y NEUWIRTH, K. (2007): "Exploring lay uncertainty about an environmental health risk", *Public Understanding of Science*, vol.16, nº 3, pp. 323-343.

REAL DECRETO 140/2003 (2003): *Boletín Oficial del Estado nº 45*, 21 de febrero.

ROJAS, R. (2003): "Normas de calidad de agua de bebida y riesgo a la salud", OMS/OPS/SDE/CEPIS-SB. Disponible en: www.bvsde.paho.org/.../Evaluación%20de%20Riesgos%20rev1.doc.

ROSELLÓ, B. (2007): "Aumentan las muertes por contaminación ambiental, según un estudio durante 30 años", *El Mundo*, 6 de Agosto, p. M3.

52 SHOTYK, W., KRACHLER, M. y CHEN, B. (2006): "Contamination of Canadian and European Bottled Waters with Antimony from PET Containers", *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 8, pp. 288-292.

VAN DALEN, D.B. y MEYER, W.J. (1994): *Manual de técnica de la investigación educacional*, Barcelona, Paidós.

WHO (2003): "Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide". Disponible en: <http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>.

WILK, R. (2006): "Bottled Water. The pure commodity in the age of branding", *Journal of Consumer Culture*, vol. 6, pp. 303-325.

YIN, R. K. (2003): *Case Study Research. Design and Methods*, Londres, Sage.

APÉNDICE

Páginas Web seleccionadas a partir de Madrid.org y Apehis.net

Dirección Web	Resumen de Contenido	Tipo de información proporcionada
http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/E/fulltext/pamca/pamca.pdf	Directrices de la OMS para la elaboración de planes de acción para la mejora de la calidad del aire en América Latina y el Caribe. Incluye un programa orientado a mejorar las estimaciones del impacto de la contaminación del aire en la sociedad.	Accesoría: Sugiere tomar en cuenta, dentro de los programas, los efectos de la contaminación del aire.
http://lnweb18.worldbank.org/essd/envext.nsf/518ByDocName/TheEffectsOfPollutionOnHealthTheEconomicToll/SFILE/HandbookTheEffectsOfPollutionOnHealthTheEconomicToll.pdf En Ingles	Se refiere a la importancia de medir el impacto de la contaminación de aire y agua en la morbilidad y mortalidad, y a estudios epidemiológicos para determinar dosis-respuesta. Menciona los efectos en la salud y las diferentes técnicas que existen para medir el impacto de los efectos de la contaminación ambiental.	Diana: Alude a que existen efectos nocivos para la salud. No cuantifica los daños por exposición específica.
http://www.madrid.org/static/Files/site_122007487/cit_13710/Legislacion_calidad_aire.pdf?search=%22Legislacion_calidad_aire.pdf	Trata de la Legislación española en materia de inmisiones y emisiones por incineración de residuos. Establece los valores de contaminantes legislados como valor límite, umbral de alerta, margen de tolerancia, umbral de evaluación superior e inferior. Menciona cuales son los contaminantes considerados en la legislación.	Accesoría: La legislación informa de cuáles son los límites perniciosos, en general, pero no sobre los efectos en la salud.
http://www.madrid.org/cs/Satellite?idTema=1109265600623&c=CM_IntPractica_FA&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&sm=1&pid=1109265444831&language=es&cid=1114185890941&px=1114187381641&segmento=1	Canaliza a una sección de información sobre directivas y órdenes del Consejo de las Comunidades Europeas en materia de contaminantes y protección del ambiente. Incluye una resolución sobre la Estrategia de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y su Estudio de Incidencia Ambiental (informe de sostenibilidad ambiental)	Accesoría: Se refiere a la legislación en materia de contaminantes y zonas contaminadas, pero no establece cuáles son los efectos de la contaminación en la salud.
http://www.mma.es/portal/secciones/el_ministerio/actuaciones_publicas/pdf/redes.pdf	Información de las redes de vigilancia e iniciativas para mejorar la calidad del aire y la preservación de la atmósfera. Describe proyectos y programas que forman parte de redes de vigilancia y calidad de la contaminación atmosférica.	Accesoría: Relaciona iniciativas para mejorar la calidad del aire.
http://reports.eea.eu.int/92-9167-058-8/en/page004.html	Dirige a una página web sobre la vigilancia de la contaminación en Europa, problemas y tendencias.	Accesoría: Iniciativas para vigilar la calidad del aire.
http://www.emep.int/index_facts.html	Informa sobre el programa EMEP de contaminación transfronteriza a gran distancia (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe)	Accesoría: Convenio sobre la contaminación transfronteriza.
http://www.madrid.org/cs/Satellite?idTema=1109265600623&c=CM_IntPractica_FA&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&sm=1&pid=1109265444831&language=es&cid=1109168009902&segmento=1	Descripción de la red de control de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid, donde se registran los niveles de contaminantes en la atmósfera, se definen los niveles de calidad del aire y se recomiendan actuaciones acordes con las situaciones de contaminación	Accesoría: Informa si los niveles de contaminantes han superado los valores permitidos y recomienda a la población qué actividades puede realizar.
http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_Temas_FA&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&sm=1&pid=1109265444831&language=es&cid=1109265600623&segmento=1	Es una sección de Madrid.org donde existen planes, actuaciones, información práctica y publicaciones en materia de Cambio Climático y calidad del aire.	Accesoría: Informa de actividades de formación y prevención de contaminación y preservación del medio.

53

2. Algunas de estas páginas web, consultadas originalmente por nosotros, ya no están disponibles.

<p>http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobtable=MungoBlobs&blobcol=urldata&blobkey=id&blobheadervalue1=filename%3Dmgr_cit_13710_zonificacion.pdf&blobwhere=11191267.17286&blobheadername1=Content-Disposition&ssbinary=true&blobheader=application%2Fpdf</p>	<p>Describe la red de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid, estaciones y analizadores. Define los límites permisibles en zonas y aglomeraciones urbanas.</p>	<p><u>Accesoría</u>: Informa de límites permisibles y de la existencia de estaciones remotas.</p>
<p>http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobtable=MungoBlobs&blobcol=urldata&blobkey=id&blobheadervalue1=filename%3Dmgr_cit_13710_UbicacionEstaciones.pdf&blobwhere=1109168166370&blobheadername1=Content-Disposition&ssbinary=true&blobheader=application%2Fpdf</p>	<p>Informa de la ubicación de las estaciones de medida en el municipio de Madrid, contaminantes que se analizan, mapas y localización.</p>	<p><u>Accesoría</u>: Informa de la existencia de estaciones remotas.</p>
<p>http://www.iccm.es/medioambiente/rvca/ica.htm#1_Concepto</p>	<p>Índice de la calidad del aire en Castilla-La Mancha. Concepto y método para calcular y clasificar la calidad del aire.</p>	<p><u>Accesoría</u>: Informa sobre el cálculo de calidad del aire en la Castilla-La Mancha.</p>
<p>http://www.mambiente.munimadrid.es/</p>	<p>Red de control y vigilancia municipal de Madrid. Proporciona información sobre contaminación acústica y contaminación atmosférica, <u>valores límite de los contaminantes y efectos sobre la salud.</u></p>	<p><u>Accesoría</u> : Se informa de las alteraciones que producen los contaminantes en la salud de los ciudadanos, pero no detalla los valores peligrosos de exposición a cada contaminante, ni incluye información de Alcalá de Henares</p>

Agradecimientos

El presente trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto EDU 2008-05359 del Ministerio de Ciencia y Tecnología (I.P. José Otero Gutiérrez). Agradecemos al Dr. F. Bolumar, de la Universidad de Alcalá, por la orientación proporcionada sobre aspectos del caso A, y a D. L. Blanco, de la Comunidad de Aguas del Sorbe, por los útiles comentarios sobre el trabajo. Sin embargo, cualquier error en el artículo es de nuestra sola responsabilidad. También, un agradecimiento muy especial a Luisa y a Daniel por su crucial colaboración en el estudio.