



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

PROPUESTA INFOGRÁFICA PARA LA COMUNICACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:
LAURA LETICIA PADILLA HERNÁNDEZ

TUTORA PRINCIPAL
Dra. Siobhan Fenella Guerrero Mc Manus
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
Dra. María del Carmen Sánchez Mora
Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM
Dra. Elke Köppen Prubmann
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM
Dra. Clementina de los Ángeles Equihua Zamora
Instituto de Ecología, UNAM
Dr. José Clemente Rueda Abad
Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., agosto de 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedico este trabajo a mi familia, a mis amigos y a todos aquellos que creen que un mejor mundo es todavía posible.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, por todo. A mi papá, a mi mamá, a mis hermanas, hermanos, sobrinas y sobrinos, y a mis hermosos e increíbles animales que me han enseñado tanto de la naturaleza; gracias por todo. A Fernando Vidaurri Padilla y a Yeni Nava Padilla, por su apoyo constante.

Gracias a mis amigas y amigos (ustedes saben quién y cómo), por todo.

Agradezco a mis tutoras y a mi tutor por sus comentarios y sugerencias: Siobhan Guerrero Mc Manus, Elke Köppen Prubmann, Clementina Equihua Zamora, Clemente Rueda Abad. A Carmen Sánchez Mora por su apoyo extra, por su entusiasmo y su interés en mi trabajo.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme tanto.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico mediante la beca otorgada durante la maestría (2016-1–2017-2).

| | |
|---|----|
| AGRADECIMIENTOS | 1 |
| ÍNDICE GENERAL | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| Hipótesis general | 8 |
| Objetivos | 8 |
| | |
| CAPÍTULO 1. LAS BASES CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO | |
| 1.1 Breve desarrollo histórico de los estudios de la atmósfera terrestre en el siglo XIX | 9 |
| 1.2 Los estudios atmosféricos y ambientales en el siglo XX | 13 |
| 1.3 La reacción del mundo y la formación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático | 17 |
| 1.4 El cambio climático en la actualidad: Algunos aspectos a considerar | 18 |
| 1.4.1 Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático | 21 |
| 1.4.2 El cambio climático y su relación con otros problemas ambientales antropogénicos | 23 |
| 1.4.3 Las conclusiones del Quinto Informe de Evaluación del IPCC | 24 |
| 1.4.4 El Acuerdo de París | 26 |
| 1.4.5 El escenario para México | 28 |
| 1.4.6 El cambio climático en resumen | 30 |
| | |
| CAPÍTULO 2. LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CC) | |
| 2.1 Las epistemologías ecológicas | 33 |
| 2.2 La teoría de las representaciones sociales (TRS) | 34 |
| 2.2.1 Las representaciones sociales del CC en México y en otros países del mundo | 36 |
| 2.2.2 Los tipos de discursos acerca del CC | 37 |
| 2.2.3 La información científica y las representaciones sociales sobre el CC | 39 |
| 2.2.4 Algunas propuestas de comunicación del CC | 42 |
| 2.3 La percepción social de riesgos (PR) | 43 |
| 2.3.1 La importancia de la comunicación para hablar sobre algo que no se percibe | 44 |
| 2.3.2 Percepción de riesgos ambientales | 44 |
| 2.3.3 La comunicación de riesgos ambientales | 47 |
| 2.3.4 Hallazgos internacionales en relación con la percepción de riesgos | 48 |
| 2.3.5 Otras sugerencias para la comunicación del cambio climático | 49 |
| 2.4 El estudio de las emociones | 52 |
| 2.4.1 Las emociones y los estudios estéticos | 54 |

CAPÍTULO 3. LA COMUNICACIÓN DEL CC Y LAS INFOGRAFÍAS

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Los modelos de comunicación de la ciencia | 57 |
| 3.2 | La comunicación pública de la ciencia en la actualidad | 62 |
| 3.2.1 | Los objetivos de la comunicación pública de la ciencia | 64 |
| 3.2.2 | Los métodos de la comunicación pública de la ciencia | 65 |
| 3.3 | La comunicación visual de la ciencia | 66 |
| 3.4 | Las representaciones gráficas del cambio climático | 68 |
| 3.5 | ¿Qué es una infografía? | 69 |
| 3.6 | Diferentes perspectivas en el diseño de la información | 74 |
| 3.6.1 | Tufte vs Holmes: un punto de partida | 75 |
| 3.7 | Elementos que constituyen una infografía | 78 |
| 3.8 | Breve historia de las infografías | 85 |
| 3.9 | Apelar a las emociones: representaciones visuales en la comunicación del CC | 89 |
| 3.10 | El uso de escenarios visuales de realidad virtual | 91 |
| 3.11 | Ventajas de las infografías con texto e imagen para la comunicación de temas ambientales | 92 |
| 3.12 | Arte y chartjunk | 93 |
| 3.13 | Enmarcados dominantes en el CC | 95 |
| 3.14 | Las historias y la empatía | 96 |

CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS DE LAS INFOGRAFÍAS MEXICANAS SOBRE EL CC

| | | |
|-----|---|------------|
| 4.1 | Ejemplos de infografías de cuatro instituciones mexicanas | 98 |
| 4.2 | Propuesta teórica de estrategia de comunicación infográfica sobre el CC en México | 110 |
| 4.3 | Resultado de la Tesis: Propuesta infográfica propia y su explicación | 112 |
| | DISCUSIÓN | 119 |
| | CONCLUSIONES | 124 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 126 |

INTRODUCCIÓN

El cambio climático antropogénico es uno de los fenómenos más complejos que ha enfrentado la humanidad; estamos modificando la naturaleza a un ritmo acelerado y no entendemos todavía en su totalidad las consecuencias de esas acciones. Este fenómeno afecta y afectará de diversas maneras a todos los países del mundo, y México es uno de los que mayores daños pueden sufrir por su alto grado de vulnerabilidad.

Muchas regiones de nuestro país son vulnerables a la variabilidad del clima y al cambio climático¹. Existen desde riesgos de sequía e inundaciones hasta la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por algunos organismos (conocidos como vectores). La situación geográfica, las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, así como las grandes desigualdades económicas y sociales, contribuyen a que México esté expuesto a eventos hidrometeorológicos que pueden derivar en desastres. Las personas que viven en condiciones de marginación y pobreza son con frecuencia las que más sufren por los fenómenos naturales (Moreno y Urbina, 2008; Landa *et al.*, 2008; Delgado, 2017; SEMARNAT-INECC, 2018).

Entre los efectos del cambio climático (CC) que ya se han registrado en nuestro país se encuentran el aumento de la desertificación, cambios en la intensidad de las lluvias, el adelanto de las épocas de calor, la desaparición de los glaciares (SEMARNAT, 2018) y el aumento de 0.85° de las temperaturas promedio a nivel nacional (INECC, 2018). Y a pesar de la relevancia de la situación, en México el CC no se percibe como un fenómeno que requiera de respuestas urgentes. Los mensajes sobre cambio climático en los medios de comunicación masiva en México son escuetos y con un contenido vago, y no reflejan la importancia del tema ni de la situación nacional.

¹En este trabajo se aborda principalmente el cambio climático *antropogénico*, aunque se menciona sólo como cambio climático o CC. A lo largo del primer capítulo se comentan la historia del concepto y las definiciones de este término y los de *calentamiento global* y *efecto invernadero*, para aclarar su uso actual (p. 18-25).

Dos encuestas nacionales realizadas por la empresa *Parametría* en 2011 y 2014 evidencian que el público tiene un gran desconocimiento del tema y de las posibles acciones que como sociedad podríamos y deberíamos implementar al respecto (Parametría, 2014). La encuesta más reciente de la misma empresa, realizada en 2017 muestra la misma tendencia en los resultados (SEMARNAT-INECC, 2018). Desde el punto de vista educativo, la oferta de licenciaturas y posgrados que incluyen el cambio climático en sus planes de estudio es casi nula en nuestro país (López y Moreno, 2017); de manera que, las iniciativas y la educación para enfrentar el fenómeno son todavía muy escasos (Delgado, 2017; López y Moreno, 2017).

Por otra parte, los gobiernos mexicanos no han emitido políticas públicas claras y articuladas que permitan iniciar las acciones a gran escala en nuestro país. Como señala el documento *Resultados y Recomendaciones de la Evaluación Estratégica del Avance Subnacional de la Política Nacional de Cambio Climático*:

En general, se aprecia como un reto significativo incluir la transversalidad del cambio climático en la política de los diferentes sectores analizados. Estas dificultades se perciben a través del análisis de gabinete de los diferentes planes, programas y demás documentos de política, así como de la información obtenida de entrevistas y cuestionarios formulados a las autoridades consultadas, lo cual muestra que la ejecución de las diferentes acciones de gobierno identificadas por la evaluación está lejos de conformar una política sistemática y consistente con los compromisos adquiridos por México conforme a la LGCC², el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (DOF, 2019).

Adicionalmente, el actual gobierno mexicano (sexenio 2019-2024) ha propuesto la creación de dos carboeléctricas y dos refinerías (un mayor impulso a la producción

² Ley General de Cambio Climático

de energía con combustibles fósiles), y redujo el presupuesto público para combatir el cambio climático (Tornel, 2019).

Es evidente la necesidad de un mayor esfuerzo en la educación para el cambio climático, tanto en los ámbitos formales como en los informales. Es necesario implementar campañas masivas y accesibles de comunicación y fomentar la participación ciudadana. Pero, ¿qué información se debe comunicar?, ¿cómo se debe comunicar? Algunos estudios demuestran que disponer de la información científica no es suficiente para que las personas actúen en respuesta; los humanos respondemos de diversas maneras a la información, dependiendo de diferentes factores individuales y colectivos (valores, creencias, conocimientos).

Para comprender el problema complejo que representa el cambio climático es imprescindible entender algunos conceptos básicos que han sido establecidos por la comunidad científica, pero también tener presente la relación constante de la ciencia con la política y los medios de comunicación. Comprender cómo se desarrolla la ciencia puede ayudar a entender mucho sobre el cambio climático; sin embargo, las investigaciones sociales y filosóficas permiten en gran medida comprender por qué, a pesar de las evidencias, amplios sectores de la sociedad todavía niegan el cambio climático antropogénico, o lo consideran un fenómeno lejano o difuso.

En el ámbito de la comunicación sobre el tema, es interesante explorar las posibilidades que pueden ser útiles en nuestra *era de la información*. Entre las herramientas existentes están las infografías, que pueden explicar información compleja con la ayuda de imágenes, y pueden publicarse en diversos medios. En México, este recurso es poco utilizado para comunicar el CC.

En este trabajo abordaré el aspecto de la comunicación del cambio climático en México a partir de dos referentes principales: los estudios de percepción social y la comunicación con infografías.

En el primer capítulo incluiré una breve historia de las principales investigaciones científicas que permitieron llegar a la idea actual que tenemos sobre el cambio

climático; abordaré aspectos biográficos de algunos científicos, que transparentan la influencia de los medios de comunicación y de los intereses económicos y políticos en el desarrollo y la comunicación del cambio climático. Destacaré algunos de los conceptos importantes relacionados con el CC que son difíciles de comprender y, por lo tanto, de comunicar. También citaré las definiciones actuales de los conceptos *Efecto Invernadero*, *Calentamiento Global* y *Cambio Climático (natural y antropogénico)*. Finalmente, mencionaré los principales resultados del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014), que es el último reporte emitido a la fecha de elaboración del presente trabajo; y del Acuerdo de París.

En el segundo capítulo mencionaré algunos estudios sobre las emociones humanas y algunos puntos que muestran su relevancia para entender el pensamiento individual y colectivo de los seres humanos. Las emociones son parte esencial de nuestros procesos cognitivos y, por lo tanto, de la manera en que percibimos el mundo. En relación con eso mencionaré algunos estudios recientes acerca de la manera en que las personas perciben el cambio climático en México (principalmente con los estudios de percepción del riesgo). Finalmente comentaré las propuestas de algunos investigadores para mejorar la comunicación del CC.

En la primera parte del tercer capítulo describiré algunos conceptos generales sobre la comunicación y la divulgación de la ciencia. En la segunda parte discutiré las principales características de las infografías y las ventajas que ofrecen como herramienta de comunicación del cambio climático. Resaltaré las discusiones entre dos principales tendencias del diseño de la información (minimalismo y embellecimiento). En la tercera parte mencionaré algunos estudios realizados sobre la comunicación del cambio climático con diferentes representaciones gráficas.

En el cuarto capítulo comentaré algunas características (tipo de discurso, temas mencionados e imágenes usadas) de las infografías publicadas por cuatro de las principales instituciones mexicanas encargadas de investigar el cambio climático (SEMARNAT, INECC, UNAM, CMM). Finalmente presento una infografía propia, como ejemplo que reúne los puntos discutidos en esta tesis.

Hipótesis general

Las infografías son una herramienta muy valiosa de comunicación en la actualidad. Una mayor utilización de ilustraciones, metáforas visuales y otros elementos de decoración (lo que se entiende como *embellecimiento*) en las infografías sobre cambio climático puede contribuir a que el receptor del mensaje se involucre más en la comprensión del discurso comunicado.

Objetivos

El **objetivo general** de este trabajo es proponer un mayor uso de la ilustración, las metáforas visuales y elementos decorativos en las infografías, para mejorar la comunicación del cambio climático en México.

Los **objetivos particulares** son:

1. Presentar algunos aspectos importantes del desarrollo del conocimiento científico sobre el cambio climático (contexto histórico), para evidenciar la complejidad del fenómeno mismo y de su representación.
2. Revisar algunos estudios sobre la percepción social del cambio climático en México, para entender la complejidad que implica comunicar a la sociedad la relevancia del fenómeno.
3. Discutir la importancia de los estudios sobre las emociones y su relación con los estudios de percepción social.
4. Discutir la importancia de la comunicación de la ciencia y mencionar algunos de los modelos de comunicación propuestos.
5. Mencionar las principales características de las infografías en general, y discutir la trascendencia de un mayor uso del *embellecimiento* en la comunicación del cambio climático (y su influencia en las emociones).
6. Hacer una propuesta teórica sobre los principales puntos que debe contener la comunicación infográfica del CC en México, según los estudios existentes.
7. Analizar algunas infografías publicadas por instituciones mexicanas.
8. Elaborar una infografía propia.

CAPITULO 1

LAS BASES CIENTÍFICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1.1 Breve desarrollo histórico de los estudios de la atmósfera terrestre en el siglo XIX

Entender el cambio climático no es sencillo, no lo ha sido para los científicos y mucho menos para las personas ajenas a la ciencia. El estudio del clima empezó con los antiguos filósofos griegos: Hipócrates, Aristóteles, Teofrasto (Hidore *et al.*, 2010). Según Brönnimann (2002), los debates acerca de si el clima puede cambiar y cómo, y de si los humanos pueden influir en esos cambios y de qué manera, se han suscitado al menos desde la época de Teofrasto, en el siglo IV a.C. El trabajo de este filósofo griego (relacionado con los cambios del uso del suelo) fue traducido al latín en el Renacimiento y fue de gran influencia para los pensadores de esa época. A principios y mediados del siglo XVIII, el cambio del clima fue discutido por filósofos de la Ilustración como Montesquieu y Hume (Glacken, 1967; Fleming, 1998, citados en Brönnimann, 2002). A finales del siglo XVIII, las investigaciones se volvieron más científicas, con intereses en la agricultura, la silvicultura, la medicina y el desarrollo de instrumentos meteorológicos (Glacken, 1967; Grove, 1995, citados en Brönnimann, 2002). Y durante el siglo XIX el cambio del clima fue discutido ampliamente en artículos, libros y conferencias científicas (Brönnimann, 2002).

Un suceso importante en la historia de los estudios del clima fue la teoría de las eras glaciales (Brönnimann, 2002). Durante una exploración en la región de los Alpes (1836-1837), el naturalista suizo Jean Louis Rodolphe Agassiz observó huellas de una extensión de los glaciares mucho mayor a la que se conocía en ese tiempo. Encontró extensos depósitos de rocas de diversos tamaños y una variedad de formas de relieve muy características, que sugerían la presencia de masas de hielo en movimiento (glaciares) en sitios para entonces cubiertos por bosques, prados, campos de cultivo y poblados (Vázquez Selem, 2004). Esas observaciones y otras en diferentes partes del mundo lo llevaron a concluir que alguna vez, gran parte del norte de América y del norte de Europa estuvieron cubiertas por una enorme capa de hielo; a lo que llamó *La gran edad de hielo* (Allaby, 2004).

Esas observaciones y sus implicaciones tardaron varias décadas en ser reconocidas por la comunidad científica. Pero una vez aceptadas representaron una revolución en las ciencias naturales, porque eso significaba que el paisaje había sufrido cambios dramáticos en épocas geológicas relativamente recientes. Esos acontecimientos contribuyeron a modificar las ideas que se tenían acerca de las glaciaciones y de las fluctuaciones climáticas en nuestro planeta (Vázquez Selem, 2004).

Otro investigador relevante para el tema es Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), quien es frecuentemente citado como el primero en escribir sobre el *efecto invernadero* –o de hacer la primera referencia del término³–. Sin embargo, para Joseph Fourier “la temperatura del espacio” –y no lo que hoy conocemos como efecto invernadero– era el factor primario en el control de las temperaturas terrestres (Fleming, 1999). Fourier se preguntó qué era lo que mantenía elevada la temperatura de la superficie de la Tierra por arriba de lo que se esperaría, y concluyó que había “algo” relacionado con la atmósfera; sin embargo en ese tiempo no había una noción clara sobre la naturaleza de la radiación infrarroja (Molina *et al.*, 2017).

El interés de Fourier por el tema de las temperaturas terrestres ya existía desde 1807 y escribió algunos trabajos al respecto. Pero fue en su obra *Théorie analytique de la chaleur* (1822), en la que introdujo los elementos de una teoría matemática del calor: ecuaciones diferenciales que describían el movimiento del calor en sólidos y fluidos, las variaciones introducidas por fuentes periódicas externas de calor, y la transmisión de calor por sustancias diáfanos (Fleming, 1999).

Otro autor importante en la historia del cambio climático es Claude Servais Mathias Pouillet (1791-1868), quien escribió un trabajo en 1838 sobre el calor solar, los efectos radiativos de la atmósfera y la temperatura del espacio, inspirado por las teorías de Fourier. Ambos apelaban a la regulación de las temperaturas planetarias

³ James Fleming menciona que fue Svante Arrhenius el que empezó con la práctica de citar la publicación de 1827 de Fourier (*Mémoire sur les températures de globe terrestre et des espaces planétaires*) como la primera mención del efecto invernadero. Arrhenius lo citó en su ensayo de 1896 “On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground”. Luego lo siguieron citando así otros autores.

por acción diferencial de gases atmosféricos, pero no presentaron evidencia experimental (Hulme, 2009).

Otro investigador importante fue el irlandés John Tyndall (1820-1893), un hombre interesado en varias ramas del conocimiento (física, matemáticas y geología, entre otras), y es recordado como un apasionado defensor, promotor y popularizador del naturalismo científico. Su interés en el calor radiativo y de su paso a través de la atmósfera fue desencadenado por su interés hacia los glaciares, que adquirió por las ideas de Horace-Benedict de Saussure, Fourier, Pouillet y Hopkins (Hulme, 2009).

En 1859, John Tyndall empezó a estudiar las propiedades de absorción de varios gases, trabajando hasta diez horas al día en el laboratorio (refinó esos experimentos todavía en 1860 y 1861). Parte de sus experimentos incluyó la construcción del primer radioespectrofotómetro, que usó para medir la capacidad de absorción de gases como el vapor de agua, el “ácido carbónico” (ahora conocido como dióxido de carbono), y el ozono. Entre otras cosas, observó que los gases tenían capacidades muy diferentes para absorber y transmitir el calor. Concluyó que el vapor de agua era el que mejor absorbe el calor, y por eso es el gas más importante para el control de la temperatura de la superficie de la Tierra (Graham, 1999). Su trabajo sugirió la posibilidad de que por medio de la alteración de la concentración de esos gases en la atmósfera, las actividades humanas podrían alterar la temperatura del planeta; aunque no detalló más (Hulme, 2009).

Justo en el mismo año, 1859, se publicó *On the Origin of Species* de Charles Darwin. Las ideas de Darwin sobre la evolución, y las de Agassiz sobre las fluctuaciones del clima, rompieron con las concepciones tradicionales que se tenían en ese tiempo sobre las historias biológicas y climáticas, respectivamente. John Tyndall estaba muy involucrado en esos debates (Hulme, 2009).

Por otro lado, se hace referencia al sueco Svante Arrhenius como el primer científico que mencionó formalmente, en un artículo publicado en 1896⁴, la relación entre el

⁴ *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*

dióxido de carbono (CO₂) y el incremento de la temperatura de la atmósfera. Arrhenius tomó como antecedente los trabajos de otros investigadores, que habían mostrado que el CO₂ (en ese tiempo conocido como ácido carbónico) era un gas transparente para la luz visible (la del sol). Es decir, la energía del sol pasa sin ningún problema a través del CO₂ que hay entre él y la superficie de la Tierra. En cambio, el CO₂ absorbe la radiación infrarroja que regresa de la Tierra –lo que sentimos como calor, y que tiene una longitud de onda más larga que la luz visible– (Graham, 2000).

Arrhenius usó los datos de los trabajos anteriores y construyó un modelo matemático para darse una idea de lo que podría pasar en el planeta si la cantidad de CO₂ aumentaba en su atmósfera. Según sus cálculos, si el gas aumentaba en la atmósfera, la temperatura aumentaría en la superficie del planeta. Años después, en 1908, publicó *Worlds in the making*, el libro donde por primera vez menciona la teoría del invernadero en la atmósfera, y establece que la temperatura de la Tierra es alrededor de 30 grados más caliente de lo que debería estar, debido a la retención del calor de los gases que hay en la atmósfera. Una teoría basada en las ideas de Fourier, Claude Pouillet y principalmente de Tyndall. Pero lo que interesaba a Arrhenius –más que el incremento del CO₂ por sí solo–, era poder explicar una posible relación entre los niveles de CO₂ y la existencia de las eras glaciales (Graham, 2000).

En 1904, Arrhenius también mencionó la posibilidad de que la quema del carbón y de otros combustibles fósiles pudiera incrementar el contenido de partículas de carbón en la atmósfera “en el curso de unos cuantos siglos”. Y sugirió que el aumento de la temperatura podría resultar benéfico para la producción de más alimentos para la población creciente (Graham, 2000). Sin embargo, sus ideas no tuvieron mucho impacto entre sus colegas ni en la sociedad de la época (Molina *et al.*, 2017).

Después de esos trabajos el tema pasó a segundo plano (entre las décadas de 1940 y 1970), porque se creía que la influencia de las actividades humanas eran insignificantes comparadas con las fuerzas naturales. Dos factores principales

contribuyeron a ese desinterés: primero, la información que existía era desigual, los cálculos requeridos para entender las interacciones climáticas y sus efectos eran muy complicados; segundo, la sociedad seguía creyendo que nuestro planeta era enorme y los recursos naturales eran inagotables, y cualquier nueva idea sobre el impacto negativo del desarrollo económico y tecnológico sobre el ambiente se veía contrarrestada por la convicción de que los avances tecnológicos del futuro resolverían esos problemas (Molina *et al.*, 2017).

1.2 Los estudios atmosféricos y ambientales en el siglo XX

En la década de 1940 avanzaron las mediciones mediante espectroscopia de infrarrojo y se comprobó que el aumento del dióxido de carbono de la atmósfera provoca una mayor absorción de radiación infrarroja. Gilbert Plass resume estos resultados en 1955, concluyendo que el dióxido de carbono capta la radiación infrarroja que debería regresar a la atmósfera externa y al espacio, y al ser retenida provoca un sobrecalentamiento de la Tierra. También, en 1950 se encontró evidencia de que el CO₂ tenía una vida de 10 años en la atmósfera. El oceanógrafo Roger Revelle publicó en 1957 un artículo, en el que se sugería que los sistemas marinos del planeta no tendrían la gran capacidad predicha por otros científicos para absorber los excesos de CO₂ producidos por la actividad industrial de la humanidad; su conclusión fue que dichas emisiones contribuirían al efecto invernadero y a un futuro calentamiento global de la atmósfera (Maslin, 2004; Molina *et al.*, 2017).

La Segunda Guerra Mundial, la Guerra Fría y la carrera por el espacio estimularon los esfuerzos científicos y tecnológicos, que entre otras cosas contribuyeron al mejor entendimiento de la atmósfera. La fotografía de la Tierra vista por primera vez desde la Luna tuvo un gran impacto en la sociedad: nuestro planeta se percibía como un objeto de tamaño definido, solitario en el espacio y vulnerable. También, los satélites de observación terrestre –que se diversificaron a partir de la década de 1970– permitieron obtener grandes cantidades de datos sobre las características físicas y químicas de la atmósfera, los océanos y las áreas terrestres. Además, aparecieron las primeras computadoras capaces de procesar esos datos (Molina *et al.*, 2017).

Otro investigador de la década de 1950 es Charles David Keeling (1928-2005). Mientras estaba en un posdoctorado en el Departamento de Geoquímica del Caltech (The California Institute of Technology), se involucró en un proyecto que consistía en investigar la relación entre la concentración del carbonato en el agua subterránea y la concentración del CO₂ en la atmósfera; así se interesó en la medición del CO₂ en el aire, y encontró que la literatura científica reportaba valores muy variables (Harris, 2010). Eso se debía a que las mediciones eran muy susceptibles de contaminarse por la actividad humana, como la cercanía a una fábrica o a cualquier otra fuente, por actividad volcánica o por masas boscosas cercanas (Molina *et al.*, 2017).

Entre 1957-58 se organizó el Año Internacional de Geofísica, un esfuerzo para realizar mediciones en la Tierra (de la actividad solar, el geomagnetismo, los rayos cósmicos, entre otros fenómenos) durante 18 meses, en el que participaron más de 30 mil científicos y técnicos de 66 países (Molina *et al.*, 2017; Wikipedia, 2019). Keeling logró que lo tomaran en cuenta para participar en las mediciones. Como no había un instrumento fabricado para eso, Keeling decidió probar un analizador infrarrojo de gases ya fabricado, pero tuvo que realizar varias modificaciones para poder medir de manera precisa las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera (Harris, 2010). Colocó el aparato para medir CO₂ en algunos puntos: en la Antártica, en un barco, en Scripps Institution of Oceanography y en el volcán Mauna Loa (lugares alejados lo más posible de las actividades humanas). En 1958 empezó a medir el CO₂ atmosférico tomando muestras en las laderas del Mauna Loa de Hawái; y se han tomado muestras hasta la actualidad. De los resultados obtenidos durante todos estos años se construyó una gráfica que se conoce como La Curva de Keeling, y muestra el aumento del carbón atmosférico en los años recientes (Harris, 2010).

Una de las primeras cosas que Keeling notó con sus observaciones en los diferentes puntos del planeta fue una serie de fluctuaciones en el CO₂ atmosférico que seguían el cambio de las estaciones del año. Esos datos correspondían, por un lado, a que en el hemisferio norte las plantas crecían durante la primavera y el verano, y

absorbían CO₂ del aire. Por otro lado, a medida que las hojas caían y se descomponían durante el invierno, el carbón liberado durante ese proceso regresaba a la atmósfera. Fue observar que el planeta absorbía CO₂ y luego lo liberaba, como si respirara. Pero otra información interesante obtenida de los datos registrados fue que, a pesar de estos cambios en las cuatro estaciones del año, la concentración de CO₂ atmosférico seguía aumentando, cada año (Harris, 2010). Charles David Keeling reportó que la concentración registrada en la estación del Polo Sur se había incrementado cerca de 1.3 ppm (partes por millón) por año, mientras que en el Océano Pacífico norte el incremento registrado había sido entre 0.5 y 1.2 ppm por año (Keeling, 1960).

Otras líneas de investigación, realizadas en los sedimentos oceánicos, mostraron que hubo no menos de 32 ciclos de calor-frío en los últimos 2.5 millones de años, en lugar de sólo cuatro como se pensaba. De esta manera comienza la alarma sobre la supuesta cercanía de una nueva edad de hielo. Sin embargo, en la década de 1980 se registraron incrementos en la temperatura atmosférica y se puso en duda la cercanía de una nueva edad de hielo; al contrario, se empieza a hablar de un posible calentamiento global. Fue entonces cuando diversas organizaciones no gubernamentales de Estados Unidos y otros lugares del mundo comenzaron a exigir protección ambiental, y la prensa también aumenta sus publicaciones respecto al tema. A partir de 1988 la terminología sobre el efecto invernadero empieza a cambiar como resultado de los medios de comunicación; el término *efecto invernadero* se empieza a usar cada vez menos y aumenta el uso de los términos calentamiento global y cambio climático (Maslin, 2004).

Charles David Keeling pasó su vida defendiendo la necesidad de realizar mediciones continuas y de gran precisión del CO₂ atmosférico. Las agencias que le proporcionaban los fondos para sus investigaciones buscaban, de forma continua, suspender el apoyo, porque consideraban que su trabajo era más rutina que investigación innovadora (Harris, 2010). Pero es a partir de las declaraciones de los científicos James Edward Hansen y Stephen H. Schneider (1945-2010) cuando se hacen mucho más evidentes la ambición, la ignorancia y el poder de las empresas,

los medios de comunicación y de los políticos. A partir de las declaraciones de Hansen, Schneider y otros científicos se puede ver la formación del bloque *negacionista* del cambio climático que se percibe hasta la actualidad, principalmente en Estados Unidos y Brasil.

Stephen Schneider opinaba que, decidir qué hacer con lo que sabía, era una cuestión de valores, pero valores nutridos de ciencia (Hollain, 2010). Este científico fue divulgador y activista; se formó como físico del plasma y se especializó en climatología. Fundó la revista interdisciplinaria *Climatic Change*, publicó cientos de artículos y colaboró con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. En los años setenta fue de los primeros en apoyar la hipótesis de que los gases industriales dañaban la capa de ozono y provocaban un incremento en la temperatura. También recibió diversas amenazas por su postura y sus declaraciones (Hollain, 2010).

Por otro lado, una anécdota acerca de las primeras investigaciones de James Hansen menciona que en 1963 el joven científico observó un eclipse lunar en el que, según sus conocimientos, esperaba ver disminuir el disco lunar; sin embargo, vio que desaparecía. Después de meditarlo pensó que quizá eso tenía que ver con la reciente erupción del volcán Agung en Indonesia. Las partículas volcánicas (aerosoles) se habían dispersado por la atmósfera e impedían la penetración de los rayos solares que a su vez permiten ver la Luna. James Hansen se preguntó qué efecto podrían entonces tener los aerosoles expulsados en eventos como ese en la temperatura de la superficie terrestre (Herring, 2007).

Hansen revisó la información disponible en aquella época y trabajó resolviendo algunas ecuaciones de física; sus resultados sugirieron que los aerosoles en la atmósfera podrían enfriar levemente el planeta. Pero necesitaba comparar sus resultados con mediciones reales de temperatura; sin embargo, no había conjuntos de datos registrados en esos años, así que tuvo que posponer ese proyecto. Los antecedentes que James Hansen tenía sobre el tema se debían a que escribió su tesis de doctorado sobre la atmósfera del planeta Venus, cuya atmósfera tenía mucho dióxido de carbono y una alta temperatura (Herring, 2007).

En la década de 1960 los Estados Unidos se encontraban en plena competencia con la Unión Soviética y ambos hacían esfuerzos para impulsar los estudios del espacio. En 1967 Hansen fue a trabajar en la National Aeronautics and Space Administration (NASA), y empezó a investigar el efecto invernadero de los gases traza –gases que existen en cantidades minúsculas pero que pueden tener efectos climáticos significativos-. También investigó sobre los efectos de las erupciones volcánicas y los aerosoles (pequeñas partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire), sobre variabilidad solar y el incremento del dióxido de carbono. Estudió la circulación atmosférica y diversos temas acerca del nivel del mar y de las temperaturas del aire superficial. Además desarrolló modelos tridimensionales del clima global (Scott, 2006).

En 1988, Hansen testificó ante el Congreso de los Estados Unidos y describió cómo los diferentes niveles de los gases de efecto invernadero podrían afectar la temperatura en el futuro. Las temperaturas observadas durante los siguientes 17 años estaban muy cerca de las predicciones hechas por él en 1988 (Scott, 2006).

Por sus declaraciones públicas James Hansen sufrió una serie de acosos y amenazas; parte de eso puede verse en el documental titulado *Merchants of Doubt* de Robert Kenner. En este documental, basado en el libro de Naomi Oreskes y Erik Conway, se muestra cómo las empresas afectadas por las evidencias científicas construyeron una compleja red de mensajes y diversas campañas de publicidad para confundir a la opinión pública. También exhibe las declaraciones de algunos científicos sobornados por las empresas para negar el cambio climático (The New York Times, 2015). Desde entonces, James Hansen ha hecho activismo político a la par de su trabajo científico; incluso ha sido arrestado en algunas manifestaciones de protesta (The Guardian, 2013).

1.3 La reacción del mundo y la formación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo especializado de las Naciones Unidas, ha realizado estudios desde 1951 sobre la influencia que tiene el CO₂ en la atmósfera; sin embargo, fue hasta principios de los años setenta que este

tema cobró importancia ante la comunidad internacional, al hacerse evidente que las concentraciones de CO₂ estaban aumentando a pasos constantes y que la temperatura de la baja atmósfera también. Como consecuencia de la difusión de esta información científica, en 1979 se llevó a cabo la primera Conferencia Mundial del Clima, con el objetivo de revisar los conocimientos existentes sobre el cambio y la variabilidad climática debido a causas naturales y antropogénicas y para evaluar las posibles modificaciones futuras y sus implicaciones en las actividades humanas (Ávalos Gómez, 2004).

A la década de 1980 se le conoce como “la década del invernadero”, debido a las altas temperaturas globales promedio registradas y a la serie de condiciones climáticas inusuales presentadas en varias partes del mundo, como sequías, inundaciones, ciclones, huracanes y tifones (Figueres y Gowan, 2002, citados en Ávalos Gómez, 2004). Según Ávalos Gómez (2004), esos eventos provocaron que el calentamiento global se volviera un tema candente en la agenda política internacional. Fue así que en 1988, después del Congreso Mundial sobre Clima y Desarrollo, el Consejo Gobernante del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) se reunió en Kenia y estableció, de manera conjunta con la OMM, un organismo intergubernamental para realizar estudios sobre calentamiento global. Este organismo se convirtió en lo que actualmente se conoce como el **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático o Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (PICC o IPCC por sus siglas en inglés)**.

1.4 El cambio climático en la actualidad: Algunos aspectos a considerar

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de manera compleja. Se le considera como un estado cambiante de la atmósfera, mediante sus interacciones con el mar y el continente, en diversas escalas de tiempo y espacio. Las formas de variabilidad del clima son muchas, y por eso es difícil pronosticarlo a largo plazo (Magaña Rueda, 2004).

Saber qué parte de la variabilidad del clima es predecible, permite realizar predicciones útiles en diversas actividades socioeconómicas. Por ejemplo, ya se

sabe que la humedad en el suelo constituye un mecanismo de memoria que puede afectar el clima. Por lo tanto, la deforestación o la urbanización resultan en variabilidad o cambio climático, al afectar la humedad del suelo (Magaña Rueda, 2004).

Los investigadores del clima conocen algunos factores que pueden producir cambios, pero no los conocen de manera precisa. Por ejemplo, se conocen ciclos regulares como los de las glaciaciones (ocurridas durante la historia de nuestro planeta) o los de las estaciones anuales, pero existen muchas formas de variabilidad natural de muy baja frecuencia en el sistema climático que apenas comienzan a explicarse, y no es fácil diferenciarlas del cambio climático producido por los humanos. Es por esto que el cambio climático de origen antropogénico, ocasionado en el último siglo, se reconoció apenas en 1995 (Magaña Rueda, 2004).

La Tierra absorbe radiación solar de onda corta, sobre todo en la superficie, y la redistribuye mediante circulaciones atmosféricas y oceánicas para compensar los contrastes térmicos, principalmente del ecuador a los polos. La energía recibida es re-emitida al espacio, en forma de radiación de onda larga, para mantener en el largo plazo un balance entre la energía recibida y la re-emitida. Es un balance que puede ser alterado por cambios en la radiación recibida o re-emitida, o por su distribución en la Tierra. Si se produce una alteración, se reflejará como cambios en el clima (*forzamientos radiativos*⁵), que pueden calentar o enfriar el planeta (Magaña Rueda, 2004).

El aumento en la concentración de los llamados gases de efecto invernadero reduce la eficiencia con la que la Tierra re-emite al espacio la energía recibida. La reduce porque los gases “atrapan” parte de la radiación de onda larga que es emitida (re-emitida) al espacio, y la re-emiten a la superficie del planeta. Es decir, parte de la energía que debería salir para mantener el balance térmico, se queda. Entonces, la temperatura de la superficie se elevará, pero la energía que salga al espacio será

⁵ El forzamiento radiativo se entiende como aquel cambio en el balance entre la radiación solar que entra y la radiación infrarroja que sale de la Tierra (se expresa en Watts por metro cuadrado, Wm^{-2}), debido, por ejemplo, a una alteración en la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera o a cambios en la energía solar que incide en el planeta (Cuatecontzi y Gasca, 2019).

suficiente para mantener relativamente estable el clima. Sin embargo, si las concentraciones de gases de efecto invernadero continúan aumentando, la temperatura de la superficie del planeta seguirá incrementando (mantendrá una tendencia positiva). Y lo más importante: aun si las emisiones de esos gases se estabilizan (o disminuyen), los efectos del calentamiento producido perdurarán por muchos años en la atmósfera (Magaña Rueda, 2004).

Otro factor importante para el clima terrestre es la influencia de los aerosoles⁶ de origen antropogénico emitidos a la tropósfera (la capa más baja de la atmósfera), como los producidos por las industrias o por la quema de bosques (entre otras fuentes), porque pueden reflejar radiación solar y contribuir a enfriar el sistema climático. Pero, dado que algunos aerosoles como el hollín de las fábricas, absorben radiación solar, pueden entonces favorecer al calentamiento. Además, la presencia de los aerosoles puede alterar la cantidad y reflectividad de las nubes, pero se estima que su efecto final es el de enfriar el sistema climático. Los volcanes son otro elemento que puede aportar grandes cantidades de material sulfúrico en la estratósfera (la segunda capa de la atmósfera, ubicada por encima de la tropósfera y por debajo de la mesósfera), que después se transforman en aerosoles, y su efecto resulta en el enfriamiento de la atmósfera baja, por periodos de unos cuantos años (Magaña Rueda, 2004).

Es decir, cuando se cambia el forzante radiativo, naturalmente o por actividad humana, el sistema climático responde en varias escalas de espacio y tiempo. Cuando se producen cambios significativos en el balance radiativo de la Tierra, se producirán alteraciones en la circulación oceánica y en la atmosférica; y como consecuencia, cambiará el ciclo hidrológico, lo que se manifestará como cambios en la precipitación y la temperatura en la superficie del planeta. Las actividades humanas afectarán las variaciones naturales en un amplio rango de escalas, y aún se está estudiando cómo se manifestarán esos impactos (Magaña Rueda, 2004).

Actualmente se dispone de simulaciones (con modelos numéricos-computacionales) de cambio climático confiables en escalas espaciales

⁶ Partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas.

subcontinentales y a escalas temporales que van de una estación del año hasta décadas; pero aún es difícil predecir el cambio climático en escalas espaciales regionales o locales. Tampoco es posible, todavía, simular ciclones tropicales, que son esenciales para describir el clima mexicano (Magaña Rueda, 2004).

Aun cuando los diferentes estados del agua pueden afectar el clima de diversas maneras, los humanos no pueden, hasta el momento, controlar su distribución o cambios de fase en la atmósfera de manera consciente. El vapor de agua calienta la atmósfera actuando como gas de efecto invernadero, pero el hielo y el agua líquida tienden a enfriarla, porque reflejan la radiación solar (Magaña Rueda, 2004).

Algunos aspectos del cambio climático se han vuelto más populares que otros, por ejemplo el aumento en el nivel del mar, el deshielo de los glaciares o los potenciales impactos en la salud. Pero aún falta analizar lo que podría resultar de las interacciones no lineales en la atmósfera y muchos otros aspectos de la dinámica (Magaña Rueda, 2004).

Finalmente, Gay-García y Bastien-Olvera señalan:

La modelación del clima ha jugado un papel muy importante en la lucha contra el cambio climático y a pesar de que existe, y seguirá existiendo cierta incertidumbre, podemos confiar en que hoy en día entendemos a grandes rasgos el sistema clima y tenemos una idea clara de los posibles escenarios climáticos a los que el mundo se enfrentará en unas cuantas décadas. La mayor incertidumbre de lo que depara el clima futuro no está en la representación del clima en los modelos, sino en las decisiones que tomemos como humanidad en cuestión de mitigación de gases de efecto invernadero (Gay-García y Bastien-Olvera, 2017, p. 50).

1.4.1 Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático

Como se mencionó anteriormente, el término *efecto invernadero*, usado hasta la década de 1980, se fue reemplazando por el de *calentamiento global*, y luego por

el de *cambio climático*. En este apartado se describe el significado actual de cada uno de los tres términos. Se citan las definiciones del glosario del Informe de Síntesis del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio climático.

Efecto invernadero (*Greenhouse effect*):

Efecto radiativo infrarrojo de todos los componentes de la atmósfera que absorben en el infrarrojo. Los gases de efecto invernadero (GEI) y las nubes y, en menor medida, los aerosoles absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera. Esas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, pero, a igualdad de condiciones, la cantidad neta de energía emitida al espacio es generalmente menor de la que se habría emitido en ausencia de esos absorbentes debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y el consiguiente debilitamiento de la emisión. Una mayor concentración de GEI aumenta la magnitud de este efecto, y la diferencia generalmente se denomina efecto invernadero intensificado. La modificación de la concentración de los GEI debido a emisiones antropógenas contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie y en la troposfera inducido por un forzamiento radiativo instantáneo en respuesta a ese forzamiento, que gradualmente restablece el balance radiativo en la parte superior de la atmósfera (Glosario IPCC, 2019, p. 132).

Calentamiento global (*Global warming*):

Denota el aumento gradual, observado o previsto, de la temperatura global en superficie, como una de las consecuencias del *forzamiento radiativo* provocado por las emisiones antropógenas (Glosario IPCC, 2019, p. 127).

Cambio climático (*Climate change*):

Variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos

internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como ‘cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables’. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (Glosario IPCC, 2019 p.127).

1.4.2 El cambio climático y su relación con otros problemas ambientales antropogénicos

El cambio climático es sólo uno de los problemas ambientales que enfrenta la humanidad; los otros **cambios ambientales globales o mundiales** son el agotamiento de la capa estratosférica del ozono, la pérdida de la diversidad biológica, cambios en los sistemas hidrológicos y en las reservas de agua dulce, la degradación de la tierra y las presiones ejercidas sobre los sistemas de producción de alimentos (OMS, 2019). **El cambio ambiental global** es un fenómeno que abarca todos los cambios biofísicos registrados en todas las áreas del planeta: tierras, océanos, atmósfera y criosfera (Hackmann y Moser, 2015).

Muchos de estos cambios, como el consumo de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura intensiva, la urbanización, la sobreexplotación pesquera y la producción de desechos, han sido inducidos por la actividad humana. El cambio ambiental global comprende la pérdida de biodiversidad, cambios a gran escala en los recursos hídricos, cambios fundamentales en los ciclos del nitrógeno y el fósforo, agotamiento del ozono y acidificación del océano. También incluye el cambio climático, que, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), es el problema ambiental más grave al que hace frente la humanidad. Todos estos cambios están íntimamente conectados con la

aceleración de la producción y el consumo, el crecimiento demográfico, la globalización socioeconómica y cultural y la generalización de las pautas de desigualdad. En conjunto, estos factores constituyen una característica fundamental de la vida contemporánea, que precisa de políticas innovadoras y de una profunda transformación social (Hackmann y Moser, 2015, pp. 37-38).

Las definiciones de efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, así como el concepto de cambio ambiental global, son una pequeña muestra de la enorme dificultad que implica entender y comunicar esos fenómenos. Es importante hacer la siguiente aclaración: Aunque el presente trabajo se enfoca en el cambio climático antropogénico, esta delimitación obedece a fines prácticos de un trabajo académico (es decir, por falta de espacio; son temas muy extensos), pero la comunicación del tema no puede/debe estar separada de la comunicación del resto de los problemas ambientales.

1.4.3 Las conclusiones del Quinto Informe de Evaluación del IPCC

A continuación se mencionan algunos de los principales puntos de la interpretación científica incluidos en el Resumen para responsables de políticas del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, publicado en 2014.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco y, desde 1950, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en periodos que van de décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de hielo y nieve han disminuido y el nivel del mar ha aumentado (IPCC, 2014, p. 2).

Las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico, y actualmente son mayores

que nunca. Como consecuencia, se han alcanzado unas concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico sin parangón en por lo menos los últimos 800 000 años. Los efectos de las emisiones, así como de otros factores antropógenos, se han detectado en todo el sistema climático y es *sumamente probable* que hayan sido la causa dominante del calentamiento observado a partir de la segunda mitad del siglo XX (IPCC, 2014, p. 4).

Desde aproximadamente 1950 se han observado cambios en muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Algunos de estos cambios han sido asociados con influencias humanas, como por ejemplo la disminución de las temperaturas frías extremas, el aumento de las temperaturas cálidas extremas, la elevación de los niveles máximos del mar y el mayor número de precipitaciones intensas en diversas regiones (IPCC, 2014, p. 7).

En todos los escenarios de emisiones evaluados, las proyecciones señalan que la temperatura en superficie continuará aumentando a lo largo del siglo XXI. Es *muy probable* que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y duren más, y que los episodios de precipitación extrema sean más intensos y frecuentes en muchas regiones. El océano se seguirá calentando y acidificando, y el nivel medio global del mar continuará elevándose (IPCC, 2014, p.10).

Muchos aspectos del cambio climático y los impactos asociados continuarán durante siglos, incluso si se detienen las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero. Los riesgos de cambios abruptos o irreversibles aumentan a medida que aumenta la magnitud del calentamiento (IPCC, 2014, p.16).

Sin nuevos esfuerzos de mitigación al margen de los que existen en la actualidad, e incluso llevando a cabo una labor de adaptación, a finales del siglo XXI el calentamiento provocará un riesgo alto a muy alto de impactos graves, generalizados e irreversibles a nivel mundial (*nivel de*

confianza alto). La mitigación implica cierto nivel de cobeneficios y riesgos debido a los efectos colaterales adversos, pero dichos riesgos no entrañan la misma posibilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles que los riesgos del cambio climático, lo que hace que aumenten los beneficios de los esfuerzos de mitigación a corto plazo (IPCC, 2014, p.18).

Hay muchas trayectorias de mitigación que es probable que limiten el calentamiento por debajo de los 2 °C en relación con los niveles preindustriales. Esas trayectorias requerirían reducciones notables de las emisiones durante los próximos decenios y emisiones próximas a cero de CO₂ y otros gases de efecto invernadero de larga vida para finales de siglo. La realización de dichas reducciones plantea retos tecnológicos, económicos, sociales e institucionales de consideración, que aumentan con los retrasos en la mitigación adicional y si no están disponibles las tecnologías esenciales. Limitar el calentamiento a niveles más bajos o más altos conlleva retos similares pero en distintas escalas temporales (IPCC, 2014, p. 21).

1.4.4 El Acuerdo de París

Desde 1988, el cambio climático entró de lleno al debate político internacional y, como consecuencia, se creó el Panel Intergubernamental (PICC o IPCC). A partir de entonces se realizaron diferentes conferencias internacionales que dieron lugar a convenios y tratados; no sin antes pasar por largas negociaciones y conflictos. En 1994 se acordó que los países de la CMNUCC se reunirían cada año en la Conferencia de las Partes (COP), realizándose la primera en marzo de 1995 (Fernández y Ugartechea, 2017).

De la COP 21, realizada en 2015, surgió El Acuerdo de París (AP), el instrumento que promoverá la reducción de emisiones de todos los países del mundo en las próximas décadas. El Acuerdo ha sido calificado como un hecho histórico porque

se logró que los países congregados en esa ciudad en diciembre de 2015, aprobaran, por unanimidad, crear un nuevo documento que sustituiría en su momento al aún vigente Protocolo de Kioto (PK). La imagen del cierre de la reunión que dio la vuelta al mundo transmitía una sensación de éxito y triunfo de la diplomacia climática en París; sin embargo, la decepción para muchos vino después, al entenderse las implicaciones y conocerse los detalles (Rueda *et al.*, 2016).

En resumen:

El objetivo central del Acuerdo de París es fortalecer la respuesta global ante la amenaza del cambio climático, manteniendo un aumento de la temperatura – media- global, en este siglo, muy por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y continuar los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura hasta 1.5 °C. Además, el acuerdo tiene como objetivo fortalecer la capacidad de los países para hacer frente a los impactos del cambio climático. Para alcanzar estos ambiciosos objetivos, se establecerán flujos financieros apropiados, un nuevo marco tecnológico y un mejor marco de creación de capacidades, apoyando así la acción de los países en desarrollo y los países más vulnerables, de conformidad con sus propios objetivos nacionales. El Acuerdo también prevé una mayor transparencia de las acciones y el apoyo a través de un marco de transparencia más sólido (UNFCCC, 2018).

Entre las diversas críticas que se le han hecho a este Acuerdo están las siguientes:

Hace un llamado para disminuir la emisión de GEI y evitar que la temperatura promedio del planeta no se eleve por encima de los 2°C, pero no se discute la estrategia; se da por hecho que el cambio climático es inevitable, porque esto reconoce que los esfuerzos realizados han sido insuficientes, pero continúa en el mismo sentido, basándose ahora en la voluntad de los países, y potenciado cada lustro con metas más ambiciosas de las contribuciones (es decir; no son compromisos) previamente implementadas. El Acuerdo no cuenta con mecanismos

coercitivos o punitivos para los países que no cumplan con sus responsabilidades; por lo que el discurso de la justicia climática queda rebasado en la práctica por el voluntarismo. La meta de los 1.5°C es muy discutida, porque no existe una relación física-climática posible entre los objetivos de reducción de emisiones, los mecanismos económicos y tecnológicos, y mantener el aumento de la temperatura media muy por debajo de los 2°C (Rueda *et al.*, 2016).

1.4.5 El escenario para México

De acuerdo a lo publicado en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (SEMARNAT, 2013), México tiene características geográficas y sociales que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático. Su localización entre dos océanos, y su latitud y relieves, lo hacen estar particularmente expuesto a diferentes fenómenos hidrometeorológicos. Y es, por su ubicación geográfica, uno de los tres países (junto con India y Etiopía) que tienen mayor número de personas afectadas por fenómenos meteorológicos extremos, a nivel mundial (Jerez y Pinzón, 2017).

Además:

Según las proyecciones de La Red Mexicana de Modelación del Clima⁷, en las próximas décadas México experimentará un incremento de temperatura generalizado superior al 6% respecto a la media histórica, y que éste será superior al incremento global en el mismo periodo. La historia reciente muestra ya indicios de este incremento. En consecuencia, podemos esperar un aumento en el riesgo de eventos climáticos relacionados con incrementos en temperatura, como ondas de calor o la disminución de rendimientos agrícolas, incluso en localidades donde históricamente no se han registrado. En cuanto a la precipitación, la mayoría de los modelos no incorporan el efecto de

⁷ Integrada por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional, coordinados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, han conjuntado los resultados de 15 modelos globales de circulación en un ensamble de proyecciones que mejor representan la climatología del país

depresiones tropicales, nortes y ciclones, por lo que en las proyecciones de precipitación el grado de incertidumbre es mayor (SEMARNAT, 2013).

En nuestro país, los instrumentos rectores de la política nacional en materia de cambio climático son la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (INECC, 2018a). Asimismo, el Atlas Nacional de Riesgos es el instrumento rector de la política de prevención de desastres en nuestro país, y tiene como objetivo difundir conocimientos sobre los peligros e identificación de los riesgos de desastres que se presentan en el país derivados de los fenómenos de origen geológico, hidrometeorológico, químico, sanitario y socio-organizativo (INECC, 2018b; CENAPRED, 2018).

Sin embargo, varios autores hacen diferentes críticas a esos instrumentos rectores. Por ejemplo, Cruz *et al.*, señalan que:

La Reforma Energética se contrapone a la ENCC ya que promueve la exploración y explotación de los yacimientos de hidrocarburos y de gas. México ha promovido, a través de la reforma energética (DOF 2013), la consolidación de la sobreexplotación petrolera, privilegiando a quienes inviertan en las *gas shales* y el *tight oil* por medio del proceso denominado *fracking* y otras técnicas de explotación como en el mar profundo. Esta política energética, que privilegia la explotación sobre la cordura energética y el cuidado del medio ambiente, es contradictoria a los esfuerzos de México por sobresalir en el mercado mundial de las promesas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. El Centro Mexicano de Derecho Ambiental estima que las emisiones nacionales de GEI serán un 28% más altas en 2020 en comparación con las de 2010 como producto de la reforma energética, por lo que vale la pena cuestionar el impacto final de las políticas de mitigación contenidas en el PECC en la reducción de emisiones (Cruz *et al.*, 2017, p. 127).

Además, de acuerdo con Ibarra Sarlat (2017), la transición energética deberá tener un marco regulatorio jurídico y económico que reposicione a las energías renovables, para lo cual será necesario reorientar la política económica, para eliminar los subsidios a los combustibles fósiles y a los productos que generan grandes cantidades de GEI. También deberá haber participación pública. Pero lo más importante es que la transición energética implica una variación en las cuotas de mercado, en la estructura de propiedad y, por supuesto, en los esquemas de poder. Si las políticas del gobierno de Enrique Peña Nieto tenían críticas, las políticas del actual gobierno (de Andrés Manuel López Obrador: 2019-2024) no presentan un mejor panorama; por ejemplo, se ha propuesto la creación de dos plantas carboeléctricas y dos refinerías (un mayor impulso a la producción de energía con combustibles fósiles), y se redujo el presupuesto público para combatir el cambio climático (Tornel, 2019).

1.4.6 El cambio climático (CC) en resumen

Las páginas anteriores son tan sólo un esbozo de la historia del cambio climático y de algunos de los conceptos científicos involucrados, pero ofrecen una idea de la complejidad del fenómeno y de lo difícil que puede ser comunicar la información relacionada. Además, el CC es considerado como uno de los varios problemas ambientales que padecemos a nivel global, y todos ellos están estrechamente relacionados. El siguiente gráfico (Figura 1) muestra los elementos (conceptos o temas) mínimos básicos para entender el CC y sus fenómenos asociados.

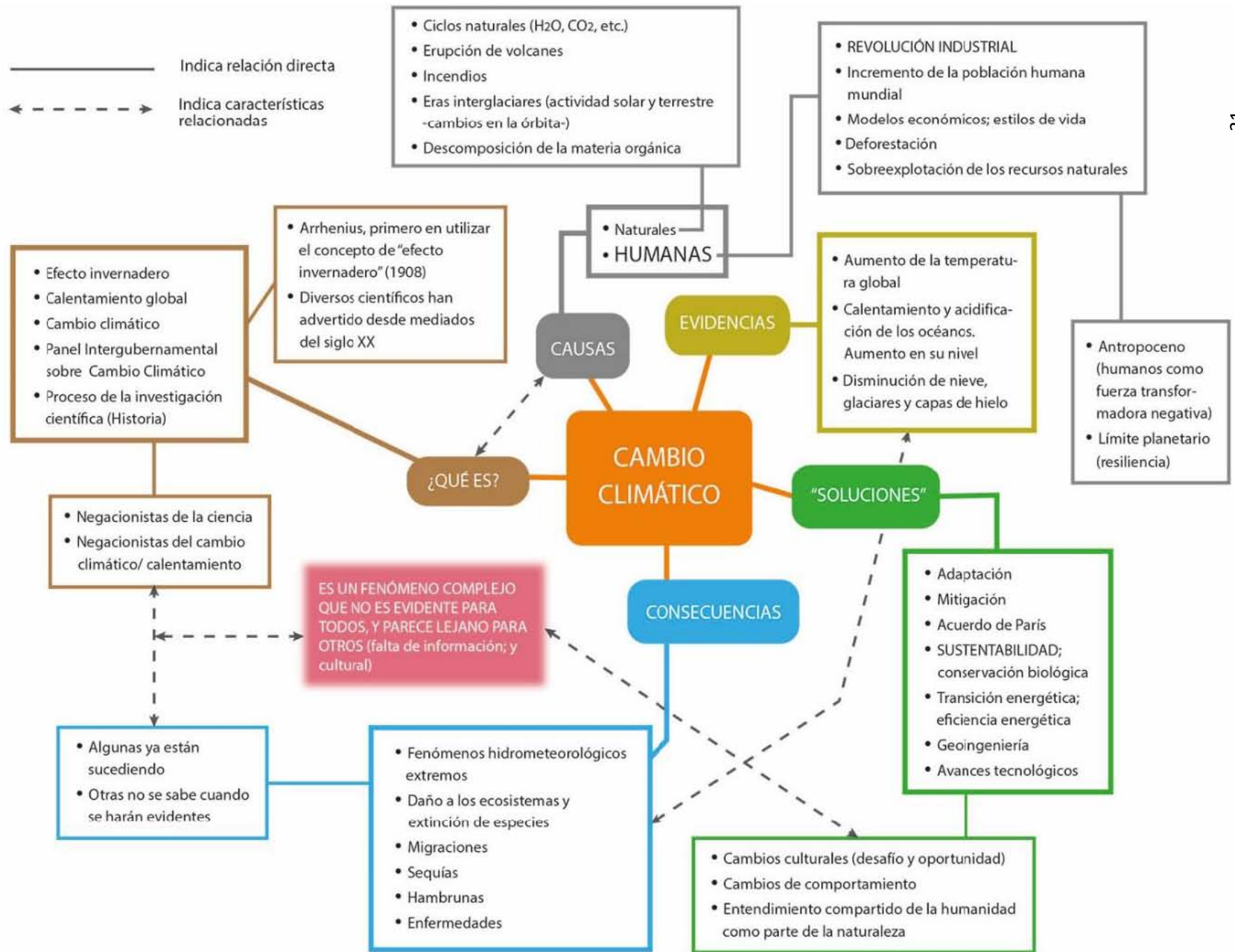


Figura 1. Algunos temas básicos sobre el cambio climático. Elaboración propia.

CAPÍTULO 2

LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CC)

El panorama que se plantea en el Quinto Informe del IPCC (mencionado en el capítulo anterior) es preocupante, sin embargo, las respuestas por parte de los países no son proporcionales a los riesgos proyectados. ¿A qué se debe esa falta de acciones contundentes? En este capítulo se abordarán algunos trabajos sobre la percepción social del cambio climático, que se relacionan con la forma en que se hace la comunicación de la ciencia; aunque esta última se tratará con detalle en el capítulo tres.

En este capítulo se discuten algunos estudios sobre las ideas, los conocimientos, las creencias y las acciones de la gente ante el fenómeno del CC. Estas investigaciones son un campo incipiente a nivel mundial (Ortiz y Velasco, 2012). De acuerdo con Heras Hernández (2015), la mayoría de las publicaciones científicas sobre la percepción social y la comunicación del CC se refieren a Estados Unidos, donde el seguimiento de la opinión pública ha sido más intenso y detallado y donde hay una notable polarización política en materia de cambio climático, así como un influyente movimiento negacionista.

Las actividades humanas se identifican como las causantes de la mayoría de los problemas ambientales actuales, por esta razón, nuestra manera de percibir la naturaleza y el replanteamiento sobre nuestras acciones con respecto a ella son las condiciones principales para enfrentar esos problemas. En este apartado se mencionan la Teoría de las Representaciones Sociales y la percepción de riesgos, dos de los enfoques contemporáneos que estudian los procesos de percepción. También se mencionan algunas sugerencias para la comunicación del cambio climático, de acuerdo con algunos autores. Finalmente, se analiza la importancia de las emociones y su relación con la percepción.

2.1 Las epistemologías ecológicas

En el pensamiento contemporáneo hay diferentes autores que han contribuido a delinear las epistemologías ecológicas (Carvalho, 2007, citado en de Moura y Steil, 2012). Isabel de Moura y Carlos Steil apuntan:

Optamos por la expresión “epistemologías ecológicas” para delimitar una región del debate teórico/filosófico contemporáneo, que comprende autores de varios orígenes disciplinares y opciones teóricas diferentes, cuyo punto en común ha sido ofrecer conceptos y pistas consistentes para romper con algunas dualidades modernas –tales como naturaleza y cultura, individuo y sociedad, cuerpo y mente, artificio y naturaleza, sujeto y objeto- ofreciendo bases conceptuales eficaces para comprender las relaciones con el ambiente desde otro punto de partida. De esa forma, lo que recortamos como epistemología ecológica es necesariamente plural, y remite a un espacio epistémico cuya potencia es abrir horizontes de comprensión diferentes de aquellos ordenados por las mencionadas dualidades y por la externalidad de un sujeto cognoscente humano fuera del mundo, de la naturaleza e independiente de sus objetos de conocimiento (de Moura y Steil, 2012, p. 4).

Entre los autores que contribuyen a la comprensión del mundo desde un viraje ecológico en el pensamiento se encuentran Bruno Latour, Isabelle Stengers, Donna Haraway, Thomas Csordas, Gregori Batson, Irving Hallowell, James Gibson, Henrique Leff y Tim Ingold (de Moura y Steil, 2012).

En el contexto de incertidumbre que representa el cambio climático, el pensamiento ecológico nos enseña el cuidado y la prudencia como virtudes cultivadas con relación al mundo. Los modos como percibimos nuestra presencia en el mundo y la presencia del mundo en nosotros será de fundamental importancia para la manera en que habremos de enfrentar el CC (de Moura y Steil, 2012).

“La percepción⁸ es una especie de objeto fundador de la psicología. Ha sido una preocupación afín a la psicología desde sus primeros esfuerzos para diferenciarse de la filosofía y establecerse como área autónoma de conocimiento” (de Moura y Steil, 2012, p. 5).

Dentro de la psicología social contemporánea, la psicología ambiental es una subárea emergente que busca consolidarse como perteneciente al amplio campo de los estudios de las ciencias humano/ambientales como la geografía humana, la arquitectura, la antropología, las ciencias cognitivas, entre otras (de Moura y Steil, 2012, p. 6).

Desde la psicología social existen dos grandes tipos de aproximaciones: una que pone el énfasis en los factores sociales y las interacciones; la otra en los factores cognitivos y en el procesado de la información (Heras Hernández, 2015).

2.2 La teoría de las representaciones sociales (TRS)

La teoría de las representaciones sociales pertenece al primero de los enfoques desde la psicología social, el que pone el énfasis en los factores sociales y las interacciones (Castro, 2014, citado en Heras Hernández, 2015) y aunque no excluye el papel de los factores cognitivos, sí considera que están condicionados por los factores sociales y culturales que derivan de la permanente necesidad de consensuar con otros, principalmente los más próximos, una visión compartida, coherente –desde la perspectiva de la cultura común- y pragmática de la realidad (Heras Hernández, 2015). “La teoría de las representaciones sociales es sólo un modo particular de estudiar la construcción social de la realidad” (González Gaudiano, 2012, p. 1053).

⁸ De acuerdo con Luz María Vargas Melgarejo, “Una de las principales disciplinas que se ha encargado del estudio de la percepción ha sido la psicología y, en términos generales, tradicionalmente este campo ha definido a la percepción como el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización” (Vargas Melgarejo, 1994, p. 48).

Según González Gaudiano, la formulación conceptual de las representaciones sociales se debe a Serge Moscovici, que las define como:

[...] conjunto de conceptos, declaraciones y explicaciones originadas en la vida cotidiana, en el curso de las comunicaciones interindividuales. Equivalen, en nuestra sociedad, a los mitos y sistemas de creencias de las sociedades tradicionales; puede, incluso, afirmarse que son la versión contemporánea del sentido común (Moscovici, 1981, p. 181, citado en González Gaudiano, 2012, p. 1052).

Y en la actualidad se entiende que:

En suma, las representaciones sociales son maneras de pensar y construir la realidad social que están constituidas por elementos de carácter simbólico. No son sólo formas de adquirir y reproducir el conocimiento, sino que tienen la capacidad de dotar de sentido a la realidad social. Su finalidad es la de transformar lo desconocido en algo familiar (González Gaudiano, 2012, p.1052).

Las representaciones expresan las formas culturales y sociales existentes en un determinado momento y lugar y, por ello, no pueden concebirse como objetos sin tiempo ni espacio (Castro, 2014, citado en Heras Hernández, 2015, p. 81).

La TRS reconoce que la sociedad tiene un papel activo en el proceso de interpretación de la ciencia y su traducción al pensamiento cotidiano, que se guía mediante una lógica diferente de la que posee el conocimiento científico, por lo que no cabe esperar que la representación social sea una copia, más o menos simplificada, de la representación científica (Heras Hernández, 2015, p. 82).

2.2.1 Las representaciones sociales del CC en México y en otros países del mundo

González Gaudiano publicó en 2012 una recopilación de la información internacional, en lenguas inglesa, castellana y portuguesa, sobre las representaciones sociales del CC. El autor señala que los diversos trabajos recopilados muestran en la población un alto grado de desconocimiento, mala interpretación y desinterés sobre el cambio climático, así como muy poca percepción de las implicaciones, presentes y futuras de este fenómeno en la vida diaria.

En esta revisión internacional hecha por González Gaudiano (2012)⁹ se menciona el predominio de la televisión en la información sobre el cambio climático, y el incipiente incremento del empleo de las redes sociales en la población altamente educada o entre jóvenes universitarios. Aunque el tema era tratado cotidianamente en los medios de comunicación, el enfoque estaba en unos pocos aspectos: en los avances científicos, los desacuerdos de la comunidad internacional y las políticas de respuesta institucional. Se encontró también que los elementos principales de la información eran confusos y con frecuencia distorsionados; por ejemplo, era común achacarle al cambio climático eventos que no estaban relacionados con él.

Otro punto importante que señala González Gaudiano (2012) en su investigación, es que cada vez con más frecuencia, los políticos y funcionarios gubernamentales pueden evadir sus responsabilidades -por acciones u omisiones, por corrupción e ineficiencia- y culpar a la naturaleza; aunque los desastres actuales tienen en su origen más causas sociales que naturales, a consecuencia del desorden institucional y la especulación inmobiliaria. Sin embargo, los funcionarios han logrado someter la situación a sus intereses y conveniencias, y todo ello incrementa el desconcierto, la perplejidad y la desconfianza social, y reduce la urgencia de actuar tanto en materia de mitigación como de adaptación.

⁹ Édgar J. González Gaudiano es investigador de la Universidad Veracruzana. Esta recopilación menciona el estado del arte del tema en varios países, incluyendo México. Por esta razón, se cita ampliamente su publicación en el presente trabajo.

2.2.2 Los tipos de discursos acerca del CC

Un estudio realizado en el Reino Unido identificó tres distintos tipos de discurso acerca del CC en los medios (Ereaut y Segnit, 2006, citados en González Gaudiano, 2012): uno pesimista y dos optimistas (y una variante). González Gaudiano señala que el concepto de discurso se entiende como lo cita Buenfil Burgos (1996, p.17, citado en González Gaudiano, 2012): “totalidad significativa que puede estar constituida por componentes tanto de carácter lingüístico como extralingüístico”. Por lo tanto, toda práctica social es discursiva, en tanto es una expresión de sentido con intenciones políticas en su producción, distribución y consumo. Es decir, los discursos sobre CC responden a agentes específicos que los producen, que los distribuyen y que los consumen con finalidades también específicas (González Gaudiano, 2012).

En el caso de Latinoamérica y México se señala la mezcla de los discursos manejados por la prensa; por lo que el autor concluye que los medios

...no han adquirido aún el peso que la alianza entre medios y la industria petrolera y automotriz tiene en países como Estados Unidos, donde los intereses económicos ejercen un poder tal, que son capaces de definir un cierto tipo de discurso a la medida de sus conveniencias, que intervienen el curso que siguen las negociaciones sobre el CC y la dirección de las políticas de respuesta (González Gaudiano, 2012, p.1046).

Según el estudio de Eureaut y Segnit (2006) que cita González Gaudiano (2012), el discurso del CC más frecuente suele ser el **pesimista**, donde la situación actual y sus perspectivas futuras se presentan en forma alarmista y catastrófica y fuera del control humano. Y es utilizado por campañas políticas y grupos ambientalistas. Ese discurso pesimista emplea un lenguaje extremista, con un tono de urgencia y desesperación ante el ritmo, los efectos acumulativos y la irreversibilidad de la degradación). El problema es que de ese discurso se deriva la idea de que no se

puede hacer nada al respecto; se produce parálisis y resignación (González Gaudiano, 2012).

Por otro lado, los discursos optimistas se califican como el **pragmático** y el **no pragmático** y **una variante** de éste que es el “cómico nihilista” (Eureat y Segnit, 2006, citados en González Gaudiano, 2012).

El discurso *no pragmático* sostiene que el problema no es tan grave; rechaza los alegatos alarmistas y se burla de ellos y del propio CC. Al rechazar el CC se opone a participar en el debate. Es inmune a los argumentos científicos, y es un discurso más común en la prensa derechista asociada a intereses empresariales (Eureat y Segnit, 2006, citados en González Gaudiano, 2012).

Una variante de este discurso es el denominado “cómico nihilista”, que tiene una retórica evasiva. Su rechazo del CC es mordaz, poco serio, jocosamente irresponsable. Se niega también a participar en el debate y se caracteriza por sus satíricas reflexiones a nivel de tiras cómicas y caricaturas sobre las positivas ventajas de un futuro con CC (González Gaudiano, 2012, p.1047).

El último de los discursos optimistas:

El discurso optimista pragmático de las “pequeñas acciones” es el preeminente y, junto con el alarmista, es el más dominante en las campañas de comunicación y la prensa popular. Consiste en solicitar al mayor número de personas emprender pequeñas actuaciones para contrarrestar el CC, considerando un efecto sinérgico. El lenguaje empleado es el de la facilidad, la comodidad y la simplicidad del esfuerzo en la vida doméstica. Se ve en referencia a los focos, los coches, los electrodomésticos y los equipos de aire acondicionado (González Gaudiano, 2012, p.1047).

En el campo de la educación ambiental González Gaudiano (2012) ha llamado a esta aproximación la metáfora del granito de arena. El problema, en términos

educativos, reside en que estas pequeñas acciones se presentan como verosímiles, y se ofrecen como la solución del problema sin tocar las raíces del mismo, aunque contribuyan de manera no despreciable a mitigar algunos de sus efectos. González Gaudiano (2012) nos recuerda que esa es la propuesta que aparece al final de *La verdad incómoda*, el documental de Al Gore: únicamente pequeñas acciones que no cuestionan en nada el insustentable estilo de vida norteamericano, poniendo el acento en el cambio individual más que en el institucional y político. En otros trabajos, González Gaudiano (2007, citado en González Gaudiano, 2012) alude a este recurso de las pequeñas acciones como un distractor para que la gente se “pinte de verde”, disminuya su nivel de ansiedad y su sentimiento culpígeno sobre sus contribuciones personales al problema y con ello cancele la posibilidad de emprender cambios más radicales de las inconsecuencias de nuestro estilo de vida.

Aún más, la consecuencia más indeseada de este discurso optimista pragmático con énfasis en la tecnología es que fácilmente cae en la intrascendencia, la rutina y el aburrimiento, y entonces es olvidado. A menudo se coloca al lado del alarmismo, mediante títulos como “20 cosas que usted puede hacer para salvar al planeta de la destrucción” (González Gaudiano, 2012, p. 1048).

Ese tratamiento del tema invita a preguntarse, “¿cómo es que pequeñas acciones podrían hacer una diferencia real para enfrentar problemas que tienen una escala épica?” (González Gaudiano, 2012, p. 1048).

El autor enfatiza que, “lo único que puede darle validez a los granitos de arena es la dimensión política que adquieren las acciones enmarcadas en un programa de trabajo de mayor alcance que fortalezca la organización social, la reflexión crítica y la acción directa” (González Gaudiano, 2012, p.1048).

2.2.3 La información científica y las representaciones sociales sobre el CC

González Gaudiano (2012) señala que dar información científica no garantiza un cambio en las actitudes de la población. Para este autor la información científica rigurosa, legítima, pertinente y de calidad sobre el CC es sólo un factor entre otros que intervienen y que han de tomarse en cuenta. También es preciso conocer y reflexionar sobre los procesos psicosociales y culturales que transmutan la representación científica del CC en una “representación social” (González Gaudiano, 2012, p.1039).

Es decir, “aunque los asuntos ambientales sean identificados y evaluados en el dominio de la ciencia, es necesario que esta información se incorpore al sentido común para que sean asumidos como tales” (González Gaudiano, 2012, p.1041).

Es importante tener en cuenta que las creencias de un individuo pueden ser erróneas, sin embargo, al ser verdaderas para él/ella impactan real y objetivamente sus acciones. En toda realidad social subyace una urdimbre de valores, experiencias, símbolos, creencias, jerarquizaciones y disposiciones para actuar de las personas que la integran (González Gaudiano, 2012).

Respecto a la postura de González Gaudiano sobre la información científica se pueden hacer algunas críticas: Él menciona que la información científica rigurosa, legítima, pertinente y de calidad sobre el CC es sólo un factor entre otros, pero nunca aclara qué entiende por “pertinente”. Como sabemos, la información científica que se ofrece no siempre es rigurosa ni legítima, ni de calidad, y esto puede influir en la inacción de las personas. Es decir, se suele señalar de manera general que dar información científica no garantiza un cambio en las actitudes de la población, con lo cual estamos de acuerdo; pero en lo que discrepamos es en los ejemplos que se ofrecen como explicación a esto. Por ejemplo, en el primero de varios puntos mencionados el autor dice: “La gente desconfía de que frente a un problema con causas tan complejas e intangibles, sus acciones personales tengan algún sentido y, sobre todo, porque no le quedan claras cuáles son las medidas de solución” Pero no especifica cómo fue proporcionada esa información, ni por qué no quedan claras las medidas de solución. Es decir, la confusión de la gente puede deberse

precisamente a que la comunicación de la ciencia no fue ni rigurosa, ni legítima ni de calidad (no queda claro a qué se refiere con *pertinente*), y no porque se trate de información científica en sí.

Veamos primero cómo aborda González Gaudio (2012, p. 1043) el asunto: "...el modelo del déficit informativo, que supone que las personas –en tanto agentes individuales activos– son seres racionales que reaccionan en función de la información que reciben (Bulkeley, 2000)¹⁰". En seguida señala: "Las dificultades comienzan cuando se explora la especificidad de este déficit, porque:" y menciona siete puntos, de los cuales se hace el siguiente resumen:

1. La gente desconfía de que ante un problema tan complejo, sus acciones personales tengan algún sentido. Además, algunos estudios afirman que a mayor información sobre la complejidad del problema, menos interés se manifiesta por el mismo, adjudicando la responsabilidad principal hacia otros agentes, como los gobiernos o las empresas.
2. La información sobre el CC sólo se traslada a la vida diaria en forma de sucedáneos de acciones puntuales, vinculadas con tecnologías (sustitución de focos de luz incandescente, electrodomésticos, etc.), que, además, no se encuentra al alcance de todos los sectores sociales. En general, se observa que la información sobre el problema del CC no se conecta con los intereses específicos de las personas (empleo, seguridad, salud, etc.).
3. El CC no es percibido por mucha gente como una amenaza real, salvo en los momentos y lugares en los que se vive episodios extremos. Es un fenómeno contra-intuitivo, cuyas causas no son fáciles de discernir.
4. Se han detectado confusiones bastante generalizadas a nivel mundial entre el CC y otros problemas ambientales (capa estratosférica de ozono, lluvia ácida, contaminación atmosférica, etc.), así como entre el clima y el estado del tiempo.

¹⁰ Cabe mencionar que ésta es sólo una de las diversas interpretaciones que hay sobre el modelo de déficit; se discutiré más ampliamente el tema en el siguiente capítulo.

5. Una vez que los peligros que genera el calentamiento global no son tangibles, inmediatos o visibles en el curso de la vida cotidiana de las personas, por imponentes que estos parezcan, mucha gente simplemente esperan sin hacer nada hasta que esos problemas sean visibles y agudos antes de emprender acciones serias.
6. Hay una confianza injustificada en que el gobierno encontrará a tiempo las soluciones al problema.
7. También hay excesiva confianza en que la ciencia y la tecnología pondrán a disponibilidad de la gente las soluciones cuando así les convenga (a las empresas y corporativos multinacionales) a sus intereses.

Estamos de acuerdo en que ni la mejor y más clara comunicación científica garantiza un cambio en la actitud de toda la sociedad, pero discrepamos en la generalización que se hace de la manera en que esa comunicación se realiza. No toda la información científica carece de –o debe omitir– explicaciones relacionadas con las medidas de solución ante el CC; dar información a modo de sucedáneos no es una característica *per se* de la comunicación de la ciencia. En el siguiente capítulo veremos más información sobre los modelos de comunicación de la ciencia y sus implicaciones.

Otras respuestas que se han observado son, según González Gaudiano (2012), que la gente con mejor posición económica es más proclive a evitar la información sobre el CC para no sentir culpa, miedo, impotencia e indefensión. Otras personas evitan involucrarse en un problema como el CC, que cuestiona su egoísmo y codicia, y que piensan que el problema es irresoluble. Por lo tanto, opina el autor, puede ser contra-productivo pretender convencerlos mediante información científica.

2.2.4 Algunas propuestas de comunicación del CC

González Gaudiano (2012) propone empezar con el segmento de la población que ya posee valores ambientales; eso podría crear una base social para impulsar una puesta en marcha de acciones ejemplares que puedan tener un efecto demostrativo.

También, propone naturalizar el comportamiento ambientalmente adecuado en los grupos de la sociedad, utilizando diversos medios y estrategias para crear modelos mentales simples de cómo funciona el mundo para hacer visible lo invisible, cercano lo lejano y personal lo ajeno.

González Gaudiano (2012, p. 1050) propone que a efecto de empoderar a los ciudadanos y hacer que los medios de comunicación se conviertan en agentes de cambio se requiere que:

- 1) sean portadores de un sentido de la seriedad del problema;
- 2) comuniquen que el CC puede y debería resolverse; y
- 3) difundir un mensaje preciso sobre las respuestas sociales e individuales efectivas

Propone la aplicación de estudios de representaciones sociales para identificar creencias erróneas, disonancias cognitivas, confusiones, dudas, zonas oscuras y los diversos motivos que frenen las disposiciones para actuar y asumir responsabilidades. Utilizar el modelo comunicacional del déficit informativo y también los otros modelos (como el contextual, el de la experiencia legítima o el de participación pública), que aunque también tienen limitaciones, pueden ofrecer enfoques más variados y complementarios.

2.3 La percepción social de riesgos (PR)

Una variante de la percepción social es la de la percepción de riesgos. Este enfoque involucra los conocimientos, actitudes, creencias, juicios y sentimientos de las personas, así como su disposición a actuar en cuanto a las amenazas hacia aquello que valoran: la vida, la salud, los bienes (Urbina, 2012).

Aunque en el ámbito internacional se manejan varias aproximaciones, dos de las más discutidas son la teoría cultural y el paradigma psicométrico. Urbina (2012) menciona como autores fundamentales de cada una a Slovic (1987) y a Douglas (1983).

2.3.1 La importancia de la comunicación para hablar sobre algo que no se percibe

La comunicación sobre el cambio climático es de vital la importancia en la actualidad, puesto que para la mayoría de la gente en el mundo, la única forma de conocer el cambio climático es recibiendo información de otras personas, pues son pocos los cambios ambientales que se perciben directamente. Por ejemplo, en la Ciudad de México lo que se puede ver en algunas zonas es la contaminación y la escasez de agua; los demás cambios son, por lo general, imperceptibles empíricamente y, en cierta medida, por ello subestimados (Urbina y Martínez, 2006, p. 23-24).

Según lo anterior, el conocimiento del cambio climático depende de las acciones de comunicación que se emprendan; por lo que cada país, e incluso cada localidad, deberán forjar su propia estrategia de comunicación tomando en cuenta elementos autóctonos (Urbina y Martínez, 2006, p.23-24). Urbina Soria opina que si bien una de las medidas fundamentales para promover una buena actitud frente al medio ambiente es brindar a la población información con bases científicas, no hay por qué pensar que la forma de percibir el problema se modificará una vez que la persona sea informada con argumentos académicos o científicos acerca de la relación entre comportamiento humano y desastre. Por ejemplo, los jóvenes muestran mucha preocupación pero aceptan el desarrollo económico tradicional y el consumo innecesario, de manera que su conducta no está orientada hacia la protección (Urbina Soria, 2006).

2.3.2 La percepción de riesgos ambientales

Otro punto que señala Urbina Soria es el de los términos que se manejan en la comunicación científica del cambio climático: hay términos que son particularmente significativos y que contribuyen a la complejidad. Así, en general y con algunas libertades idiomáticas, se habla de *mitigación* para referirse a la reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero; de *adaptación*, como las medidas que pueden tomarse para prevenir o reducir los daños potenciales; de *vulnerabilidad*, al enfocar el grado de susceptibilidad para sufrir daños; y de *incertidumbre*, como la

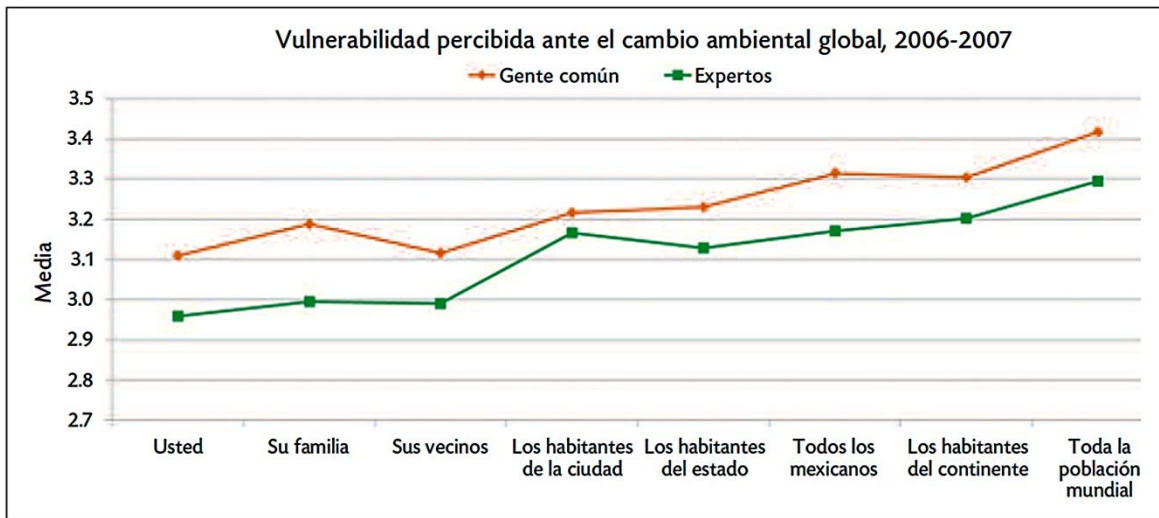
falta de certeza para identificar el tamaño de los efectos, el tiempo en el que se presentarán y los sitios concretos en que ocurrirán (Urbina Soria, 2012).

Sin embargo, al pasar del campo científico al de la sociedad en general, los términos anteriores pueden no significar mucho y en lugar de ellos se habla de “desastre natural”. Urbina aclara que, en rigor –como hoy se entiende-, no existen los desastres naturales; lo que ocurre son fenómenos naturales que al combinarse con ciertas condiciones creadas por las propias comunidades pueden producir desastres. Ante la ocurrencia de un desastre específico debería analizarse entonces cuáles fueron sus causas ambientales concretas y cuáles causas sociales lo facilitaron o agravaron (Urbina Soria, 2012).

Al estudiar la vulnerabilidad también es necesario distinguir entre la vulnerabilidad real (objetiva) y la vulnerabilidad percibida por la gente común. Los especialistas en protección civil y prevención de desastres regularmente atienden sólo a la vulnerabilidad medida en términos de información técnica, mientras que la gente común considera la información que tiene a la mano, lo que percibe subjetivamente. Urbina Soria hace notar que, suele pensarse que la vulnerabilidad que debiera interesar es la objetiva, la que realmente pone en peligro nuestros bienes, nuestra salud o nuestra vida; pero en realidad, lo que hace que los seres humanos nos protejamos de las amenazas, sean éstas ambientales o de otra índole, es la vulnerabilidad que percibimos. Y no siempre una se corresponde con la otra (Urbina Soria, 2012).

Como ejemplo de lo anterior, Urbina Soria (2012) muestra los resultados de un estudio llevado a cabo entre 2006 y 2007 en diversas ciudades del país: el Distrito Federal (hoy Ciudad de México) y la zona conurbada del Estado de México; Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Hermosillo y Villahermosa. Se les preguntó a los habitantes acerca de su vulnerabilidad y la de otras personas ante el cambio ambiental global, dándoles previamente una definición de dicho fenómeno. En forma paralela, se preguntó lo mismo a personas especializadas en asuntos ambientales. Pueden resaltarse aquí dos resultados: el primero referido a las

diferencias y semejanzas entre la gente común y los expertos, y el segundo a la comparación entre los habitantes de las diferentes ciudades.



Gráfica 1. Opinión de gente común y de expertos ante la vulnerabilidad de las personas en razón de su cercanía geográfica. Fuente: Urbina Soria (2012).

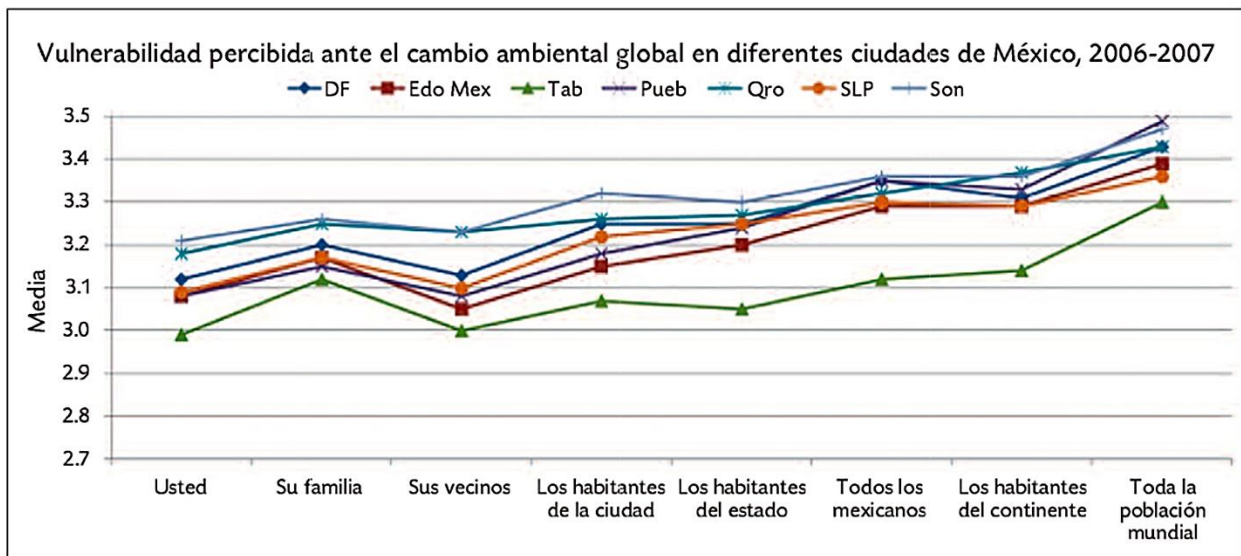
La Gráfica 1 muestra que los dos grupos (gente común y expertos) presentan prácticamente el mismo patrón ascendente. Como señala Urbina Soria:

Al responder sobre su propia vulnerabilidad, las personas aceptan que están en riesgo, ubicándose en la parte media de la escala; pero la vulnerabilidad percibida aumenta cuando se refiere a la familia y va en orden creciente cuando se alude a los vecinos, a otras personas en la misma ciudad, a los habitantes del estado, a quienes residen en todo el país, en el continente y en el mundo. Es decir, se percibe la propia vulnerabilidad, pero se atribuye mayor vulnerabilidad a las personas en tanto más alejadas se encuentran (Urbina Soria, 2012, p. 45-46).

El investigador señala que esta idea puede relacionarse con lo que se denomina “el mito de la invulnerabilidad personal”, que se refiere a que si se considera que algo malo va a pasar, se cree que le ocurrirá a alguien más, pero no a la propia persona.

Cada quien se cree a salvo de males y daños, aunque la evidencia muestre lo contrario (como sucede comúnmente con los fumadores).

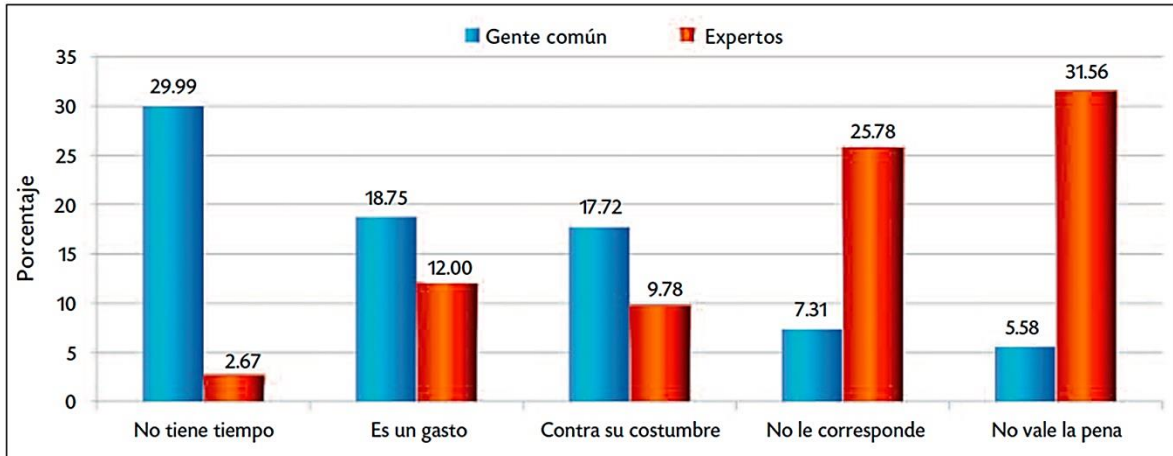
Además, al comparar los resultados de los habitantes de las diferentes ciudades en las que se realizó el estudio, se confirma que sin importar el lugar de residencia, en todos los casos se presenta el mismo patrón en el cual se percibe que la propia persona es vulnerable, pero en menor medida que quienes viven a su lado o cercanamente, y más aun de quienes viven en sitios más alejados (Ver Gráfica 2).



Gráfica 2. Diferencias entre estados acerca de la vulnerabilidad percibida para distintos personajes en razón de su cercanía geográfica. Fuente: Urbina Soria (2012).

2.3.3 La comunicación de riesgos ambientales

En el mismo estudio (Urbina Soria, 2012) se le preguntó a la gente común por qué no realizaba acciones en favor del ambiente, y a los especialistas se les preguntó por qué creían ellos que la gente común no actuaba en dicho sentido. En la Gráfica 3 se aprecia que para la gente común las razones son, en orden descendente de importancia, que no tiene tiempo para involucrarse en acciones de cuidado del ambiente; que significa un gasto que no está dispuesta a hacer; que es algo que va contra sus costumbres; que no le corresponde hacerlo, sino que alguien más tiene la responsabilidad; o que no vale la pena, pues el resto de las personas no lo hace.



Gráfica 3. Diferencias entre la gente común y los expertos en cuanto a las razones por las cuales la gente no realiza actividades en favor del ambiente. Fuente: Urbina Soria (2012).

Las respuestas de los especialistas van en un orden inverso al de la gente común; la principal razón para la gente es la menos importante para los especialistas, y la menos citada por la gente es la más aludida por los expertos.

Urbina Soria (2012) hace notar que cuando una empresa, organización no gubernamental, institución educativa o dependencia de gobierno quiere instrumentar una acción en favor del ambiente, consulta a los especialistas, pero casi nunca se acerca a conocer las percepciones de los usuarios o habitantes; entonces, la acción puede ir en contrasentido del parecer de la población y tener poco éxito.

2.3.4 Hallazgos internacionales en relación con la percepción de riesgos

Además del mito de la invulnerabilidad personal –antes mencionado–, Urbina Soria (2012) destaca otras ideas interesantes, que se enlistan a continuación.

-La gente rechaza la posibilidad de que la persona o su familia sean afectadas en caso de que pueda ocurrir un desastre.

-La gente cree que “algo” lo salvará o protegerá.

-La gente ignora la evidencia que es contraria a sus creencias.

-Aun cuando se le muestra evidencia explícita, la gente rechaza la posibilidad de ocurrencia de un evento amenazante.

- La gente rechaza la posibilidad de repetición de un desastre.
- La gente tiende a pensar que los beneficios son mayores que los riesgos.
- La gente realmente cree en sus habilidades para responder a desastres y suprime las medidas precautorias.
- Si una acción preventiva implica cambios estructurales en el estilo de vida, es rechazada o ignorada.
- Uno de los patrones de ajuste más frecuentes consiste en no hacer nada y enfrentar las pérdidas.
- Una vez que una persona ha decidido aceptar el riesgo, es muy difícil convencerla para que cambie de opinión.

La importancia de los estudios acerca de la comunicación basada en la percepción de riesgos estriba en que permiten identificar los mejores medios, procedimientos, personajes y esquemas para establecer un proceso de comunicación interactivo, que genere cambios relevantes y estables en las esferas cognoscitiva (conocimientos), afectiva (involucramiento) y conductual (comportamiento cotidiano) de las personas. Además se presentan variaciones a lo largo del tiempo en cada grupo y comunidad; por lo que los resultados de un estudio determinado son solamente una fotografía instantánea, y varían en razón de múltiples circunstancias (Urbina Soria, 2017).

2.3.5 Otras sugerencias para la comunicación del cambio climático

A partir de una investigación realizada en España y de los resultados de diversos estudios, Heras Hernández (2015) enfatiza que en la comunicación del CC es importante hablar de lo que casi no se habla (como las causas y las soluciones, los intereses en juego, la vulnerabilidad propia, las implicaciones éticas y morales o las responsabilidades personales y colectivas). Opina que es importante equilibrar la información sobre los riesgos y las salidas: es decir, hablar de las respuestas (mitigación y adaptación) puede resultar inspirador y aumentar la sensación de autoeficiencia personal y social. Es importante evitar presentar el cambio climático como una mera cuestión tecno científica o ambiental: hablar de las dimensiones

humanas del fenómeno (como causantes o responsables). Hablar de los valores que ya utiliza la gente puede derivar en una comunicación efectiva (Heras Hernández, 2015).

Susanna Priest (2016) también reconoce que sí se necesita diseminar más información científica, aunque no será la única solución. También propone implementar los foros donde la gente puede hablar con los científicos (como los cafés científicos) pero, ambas opciones pueden dar resultados después de muchos años. Otro punto que discute esta autora es el de la importancia de que los “líderes de opinión” (pone de ejemplo a Barack Obama y al Papa Francisco) hablen a favor de actuar contra el cambio climático. Pero lo que resalta es la importancia de poner atención a las reacciones colectivas, puesto que la composición de un grupo puede afectar el comportamiento de sus miembros. Por ejemplo, una persona con pocos conocimientos técnicos acerca de un tema puede sentirse intimidado en una discusión ante expertos en el tema; o también, las personas tendemos a evitar ciertos comentarios si creemos que habría consecuencias adversas. Es decir, las opiniones individuales cuentan, pero las acciones de un individuo no tienen el mismo peso que si actúan junto con otros en un grupo. Especialmente interesante en el caso del cambio climático, porque se necesitan cambiar las ideas y las acciones a nivel colectivo.

Priest (2016) opina que el cambio climático es un tema que debe comunicarse como una emergencia, y dado esto, permanece como una pregunta filosófica si es mejor la comunicación persuasiva que los enfoques más democráticos. En la realidad, dice esta autora, los comunicadores deben estar evaluando constantemente la ética. Remarca la importancia de la colaboración entre periodistas y científicos, de crear una gran demanda de soluciones (apelar a la acción), y de formar un auténtico movimiento social para mantener el tema en la atención pública (Priest, 2016).

Otros estudios de investigación en México, publicados recientemente (Moreno *et al.*, 2017) también señalan la importancia de la comunicación como elemento clave para contribuir a la adaptación y mitigación del cambio climático, el desarrollo

sustentable y la gestión integral del riesgo. Estos estudios hablan de una gobernanza climática,

“que se compone de elementos como el acceso a la información fidedigna, completa y entendible para que la sociedad logre adquirir conocimientos; que pasa por la socialización del conocimiento y llega hasta la participación comprometida y permanente en las iniciativas del desarrollo sustentable y resiliente” (Moreno *et al.*, 2017, p. 316).

Desafortunadamente, hasta ahora hay poca experiencia en el uso exitoso de la comunicación del cambio climático en el mundo (Encalada, 2005, citado en Moreno *et al.*, 2017). Aunque La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) sienta las bases normativas para la educación, formación y sensibilización a través de sus artículos 4.1 y 6, México carece, hasta hoy, de una política clara en materia de comunicación asociada al cambio climático, y los esfuerzos que se hacen se quedan en propuestas desarticuladas (Moreno *et al.*, 2017). La percepción social y la comunicación del cambio climático se contemplan de manera tímida, apenas esbozadas, en los documentos oficiales del gobierno mexicano (Urbina Soria, 2017).

Urbina Soria (2017) señala que si se diera un trabajo armónico entre los gobiernos, las instituciones y la gente común se tendría una adecuada gobernanza¹¹; pero en la realidad, en las últimas décadas se ha visto que por lo regular no hay consenso entre los involucrados y, con frecuencia, la gente no percibe ningún riesgo en los aspectos ambientales, o supone solamente un riesgo bajo o muy bajo. Además, como menciona Priest (2016) las discusiones públicas pueden durar años o incluso décadas, y en el caso del cambio climático se necesitan acciones inmediatas.

¹¹ De acuerdo con Urbina (2017), cualesquiera que sean las definiciones o las conceptualizaciones de gobernanza (una forma de gobernar, no de gobierno) que cada quien adopte, una de sus principales características es siempre la obligada participación de actores que no forman parte de las estructuras gubernamentales –individuos, grupos, comunidades y sectores–, en las diferentes etapas de una acción, gestión, programa o política pública.

Por otro lado, Bolderdijk, Gorsira, Keizer, y Steg (2013, citados en VanGeffen, 2016), señalan que la comunicación ambiental que pretende provocar un cambio conductual ampliando el conocimiento de los receptores sobre un comportamiento ambiental específico solo influye a aquellos individuos que poseen valores ambientales arraigados. Este punto concuerda con las teorías neurocognitivas actuales, que defienden que el cerebro humano utiliza los conocimientos almacenados en la arquitectura del cerebro originados por experiencias previas para dirigir la atención o provocar acción basada en la información presentada (Engel, Fries y Singer, 2001, citados en Van Geffen, 2016). Si bien las teorías de la psicología cognitiva y ambiental parecen estar en perfecta sincronía, es un campo que todavía no ha sido explorado (Van Geffen, 2016).

2.4 El estudio de las emociones

Según Heras Hernández (2015), diversos autores han señalado que ante los riesgos las personas utilizamos, además de las valoraciones racionales, un sistema “experiencial” intuitivo, rápido y poco consciente, en el que los factores emocionales son esenciales para responder.

Este sistema se basa en imágenes y asociaciones que la experiencia ha puesto en conexión con la emoción y el afecto y es el que ha permitido la supervivencia de la humanidad durante el largo proceso evolutivo y, aún hoy, constituye la forma más natural y común de respuesta ante los riesgos (Slovic, Finucane, Peters & McGregor, 2004). Weber (2006) destaca que, en situaciones de riesgo o incertidumbre, el sistema afectivo tiene una influencia mucho mayor sobre las decisiones que tomamos que el sistema de procesamiento analítico (Heras Hernández, 2015, p. 85).

En la actualidad, el estudio de las emociones ha retomado importancia para comprender el pensamiento individual y colectivo de los seres humanos. Aunque las emociones están presentes en prácticamente todas nuestras actividades, por

mucho tiempo fueron relegadas o excluidas del reino de lo racional y lo razonable (Gutiérrez Vidrio, 2010).

Los análisis recientes de lo que se denomina *emociones* (miedo, cólera; vergüenza, orgullo; odio, amor; piedad, indignación; alegría, tristeza, etcétera) muestran que no pueden ser reducidas a sensaciones puras, a reacciones simples o a pulsiones. Eso nos obliga a modificar profundamente nuestras explicaciones sobre los mecanismos de la acción humana, nuestras descripciones de la vida interior o subjetiva y nuestras justificaciones de ciertos sistemas éticos y normativos (Paperman y Ogien, 1995, citado en Gutiérrez Vidrio, 2010, p. 272). Además, el estado emocional de una persona determina, en gran parte, la forma en que percibe el mundo (Gutiérrez Vidrio, 2010).

Se puede decir que las emociones no ocuparon un sitio importante en la filosofía a través de la historia, ni en otras disciplinas¹². El planteamiento filosófico a lo largo de la historia del pensamiento se puede dividir en dos grandes orientaciones: la primera correspondería con las doctrinas que dotan de significado a las emociones y la segunda con aquellas que niegan dicho significado (Abbagniano, 1963, citado en Gutiérrez Vidrio, 2010, p 277).

En el estudio de las emociones se pueden ubicar diferentes teorías y enfoques; aunque la mayor parte de la investigación realizada sobre el tema proviene del campo de la psicología y la filosofía, hoy día existe un interés creciente en su estudio desde otras ciencias sociales como la sociología, la antropología, la psicología (social y cognoscitiva), la lingüística y de otros campos de estudio: el psicoanálisis, la argumentación, las representaciones sociales (Gutiérrez Vidrio, 2010).

¹² Por ejemplo, Eduardo Bericat Alastuey (2000) cita: “Teorías sociológicas de la emoción, explícitamente concebidas como tales, no pueden encontrarse en la tradición sociológica antes de la década de los ochenta del presente siglo (siglo XX)”. Es lo que se ha llamado “el giro emocional” en las Ciencias Sociales y las Humanidades, según Helena López González de Orduña (en el prólogo al libro de Sara Ahmed, citado en este trabajo).

Otra manera de abordar el estudio de las emociones es separando las teorías en dos: si las emociones se vinculan principalmente a las sensaciones corporales o si se vinculan a la cognición. El primer enfoque se atribuye generalmente a Descartes, David Hume y William James. La emoción es la sensación de cambio corporal; la inmediatez de “es” sugiere que las emociones no involucran procesos de pensamiento, atribución o evaluación. El enfoque cognitivo estaría representado por Aristóteles y muchos otros investigadores (Ahmed, 2015).

Como señala Ahmed, el lenguaje cotidiano de la emoción se basa en la presunción de interioridad; al pensar en las emociones se supone que uno necesita ver hacia adentro. Este modelo ha sido crucial para la psicología, y su surgimiento como disciplina dio lugar a la psicologización de las emociones (White, 1993, p. 29, citado en Ahmed, 2015).

Por un lado, diversos autores han apoyado este modelo psicológico, en el que los sentimientos/emociones se mueven “de adentro hacia afuera”. Otros investigadores, desde la antropología y la sociología, han argumentado que las emociones no deberían considerarse estados psicológicos, sino prácticas culturales y sociales, lo que podría entenderse como un modelo “de afuera hacia adentro” (Ahmed, 2015); sin embargo, Sara Ahmed (2015) señala, que en el segundo modelo, la multitud se convierte en el individuo, el que “tiene sentimientos”. Ella propone un modelo de socialidad de las emociones en el que estas no están ni “en” lo individual ni “en” lo social, sino que producen las mismas superficies y límites que permiten que lo individual y lo social sean delineados como si fueran objetos. Propone entonces que las emociones circulan, se mueven. Esta investigadora aborda la emoción como una forma de política cultural o construcción del mundo.

2.4.1 Las emociones y los estudios estéticos

Existe una relación estrecha entre el estudio de la estética y el estudio de las emociones. Si bien estos dos conceptos tienen una larga tradición y desarrollo dentro de sus propios campos de estudio, éstos han sido abordados generalmente de manera aislada, por lo que son pocos los escritos en los que se analizan las relaciones que pueden establecerse entre ambos (Gutiérrez Vidrio, 2011).

En general, se podría afirmar que una de las nociones de estética más reconocidas es la que remite a una forma de conocimiento que se produce a través de los sentidos (la vista, el oído, el olfato, el tacto y el gusto) y por tanto al conocimiento de la realidad fenoménica, al mundo de las apariencias, por oposición al mundo de las ideas, al conocimiento abstracto alcanzado mediante la razón (De la Peza, 2007, citado en Gutiérrez Vidrio, 2010, p.50).

En el contexto de emergencia de las nuevas tecnologías de la información, durante el siglo XX, y el desarrollo de la filosofía del lenguaje, se desarrollaron múltiples teorías estéticas, dos de las cuales pueden ser pertinentes para los estudios de comunicación y para los de las emociones: la estética de la significación como parte de las ciencias del lenguaje, que considera a la obra de arte como lenguaje, y en ese sentido, como vehículo de comunicación; y la estética axiológica, entendida como la ciencia de lo bello y lo feo, vinculada a una teoría del valor. Precisamente esta última, al centrarse en los valores asignados a la experiencia estética y al relacionarlos con la sensibilidad y la afectividad es la que ayuda a establecer el vínculo entre estética y emociones (Gutiérrez Vidrio, 2011, pp. 50-51).

Por ejemplo, se ha visto que en las competencias electorales los candidatos apelan más a la emotividad que a la razón de los electores; en las campañas se apuesta a la sensibilidad por medio de un ejercicio estético bien calculado (Mandoki, 2007, citado en Gutiérrez Vidrio, 2011).

Hemos visto a lo largo de este capítulo que los estudios de la percepción social y la comunicación del cambio climático es un campo reciente con múltiples aspectos a considerar. La opinión general de los diversos autores es que la información científica es un elemento indispensable para enfrentar el fenómeno. La ciencia y la tecnología son fundamentales en la vida presente y futura, y, como veremos en el resto del presente trabajo, las infografías son una herramienta que puede contribuir a su comunicación.

La parte final de este capítulo resalta que las emociones, como parte de los procesos cognitivos humanos, son esenciales para la percepción del mundo, y se deben tomar en cuenta para la implementación de medidas ante el CC.

Como bien señala González Gaudiano (2012), la educación para enfrentarnos al cambio climático resulta un proceso que está poniendo en jaque muchos de los métodos y teorías pedagógicas, pues son muy pocos los problemas contemporáneos tan complejos como ese fenómeno.

En el siguiente capítulo se discutirán algunos modelos de comunicación, y se hará énfasis en la comunicación visual por medio de infografías y la relación que estas tienen con las emociones.

CAPITULO 3

LA COMUNICACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS INFOGRAFÍAS

3.1 Los modelos de comunicación de la ciencia

En la comunicación de la ciencia existen distintas formas de considerar al receptor del mensaje, entre ellas está lo que se conoce como modelo de déficit. De acuerdo con Bauer (2016), este modelo ha sido ampliamente discutido en los estudios de Comunicación de la Ciencia y de la Comprensión Pública de la Ciencia (Public Understanding of Science o PUS, por sus siglas) desde la década de 1980. El concepto sugiere que el público sufre de una falta de interés, de conocimiento, de actitud o de una insuficiencia cognitiva en el procesamiento de información científica. Según Cortassa (2016), este modelo asume que existe una asimetría cognitiva entre los científicos y el público lego, que estos últimos tienen un déficit de información con respecto a la ciencia, y que esta condición representa una brecha en la relación entre ambos.

Cortassa (2016) menciona que la primera encuesta de percepción de la ciencia de los Estados Unidos para la *National Association of Scientific Writers* (Davis, 1958, citado en Cortassa, 2016) fue la que delineó las dimensiones para lo que después se convertiría en el núcleo duro de la tradición cuantitativa en el campo de la PUS: los niveles de interés e información; fuentes de información; la comprensión de los hechos científicos, los métodos y los procesos; las actitudes hacia la ciencia y las imágenes de los científicos. De manera que desde mediados del siglo XX el interés, el conocimiento y las actitudes constituyeron el marco que acompañó la evolución de esos estudios.

Por otro lado, Meyer (2016) menciona que durante la década de 1960 surgió el interés por documentar los efectos adversos de las tecnologías basadas en ciencia, lo que dio lugar a la conformación de los movimientos ambientalistas, así como de las ciencias ambientales. Las críticas hacia la ciencia y la tecnología se atribuyeron a un inadecuado conocimiento y apreciación de la ciencia; incluso personalidades como el Premio Nobel, Francis Crick, contribuyeron a difundir la necesidad de actuar contra el déficit de conocimiento.

De acuerdo con Sánchez Mora (2010), los programas de comunicación de la ciencia que se hicieron durante buena parte del siglo XX fueron realizados para difundir los beneficios de la ciencia, ocultando su lado negativo. Sin embargo, a partir de la década de 1970 se instauró un clima de escepticismo hacia la ciencia, cuyo origen era en parte político y en parte propiciado por la crítica de los estudios sociales de la ciencia (Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS), que empezó a cuestionar la responsabilidad social de la empresa científica financiada por los propios ciudadanos. Pero fue hasta la década de 1990 cuando los ataques hacia la ciencia fueron lo suficientemente fuertes como para reducir los fondos para proyectos. Ante esa situación, una amplia coalición de científicos se organizó para promover una serie de programas muy publicitados y bien financiados; y se declaró la “guerra de las ciencias” entre científicos naturales y sociales.

En esa década surgió el movimiento PUS, abanderado por el propio *establishment* y con gran apoyo financiero por parte de instituciones de investigación y agencias gubernamentales de todo el mundo (Sánchez Mora, 2010).

Los primeros estudios en el campo de la PUS sugirieron que la solución –para disminuir la brecha entre científicos y público– era ardua pero simple: educar al público podría mejorar su apreciación y disminuir su reticencia hacia el desarrollo científico y tecnológico. Sin embargo, las evidencias mostraron que no siempre era así (Cortassa, 2016).

Carina Cortassa (2016) también señala que fue bajo la influencia de los estudios sociales de la ciencia (CTS) que surgieron otras perspectivas, conocidas como el “giro etnográfico” o el “enfoque contextual”, durante la década de 1990. Esos enfoques argumentaban que el conocimiento científico del público no era relevante para explicar las interacciones con los científicos debido a que el conocimiento especializado no era el único ni el más importante para la gente. De considerarse recipientes pasivos, ahora se consideraba a la gente como agentes activos con experiencia, habilidades, valores y criterios.

Pronto surgieron críticas también para este segundo modelo, entre las que se ha expresado que, por corrección política no se debe creer que el público y los

científicos están al mismo nivel, cuando se trata de información científica (Miller, 2001, citado en Cortassa, 2016); que aunque se tiende a idealizar la competencia y la capacidad de respuesta de los públicos, estos también pueden ser distraídos, desmotivados o ignorantes (Einseidel, 2000, citado en Cortassa, 2016).

Por otra parte, Brian Trench (2008) señala que en la comunicación de la ciencia hay una historia que se ha repetido una y otra vez, y que dice que la comunicación empaquetada de la información científica, que va en un solo sentido y de arriba hacia abajo, no funciona. Esa historia también dice que se ha dado un cambio al modelo dialógico, el cual involucra a los públicos en una comunicación bidireccional y que toma en cuenta su propia experiencia e información. De acuerdo con este autor, con esta historia repetida se desacredita a las formas viejas y tradicionales, y se afirma que las nuevas son mejores. Esa historia no es, entonces, solo sobre oposición, sino sobre evolución, de progreso desde el déficit hasta el diálogo. Según Bucchi y Trench (2016), el cambio en las preferencias de un modelo a otro se representa como evolutivo e irreversible

El supuesto cambio del déficit al diálogo sigue siendo una narrativa poderosa en la comunicación pública de la ciencia. Los dos enfoques son ampliamente vistos como distintos y uno como inherentemente superior al otro. El cambio a menudo se declara como un hecho irrefutable: los comentarios hablan del “cambio dialógico” como un cambio histórico que ha tenido efecto en toda Europa, y más ampliamente (p. ej., Phillips *et al.*, 2012) (Bucchi y Trench, 2016).

Esa “gran narrativa” ha existido en la comunicación pública de la ciencia y la tecnología desde finales de la década de 1990 y ha sido repetida en estudios académicos, en debates sobre comunicación pública dentro de comunidades científicas y en debates públicos sobre las relaciones entre ciencia y sociedad. Una de las características de esa historia es que se ha difundido por todo el mundo y se ha naturalizado (Trench, 2008).

Trench (2008) hace una revisión de los modelos de comunicación de la ciencia y sostiene que es posible separarlos en tres grupos. Se puede decir que estos representan los modelos de una vía, de dos vías y de tres vía respectivamente. Los dos primeros son esencialmente lineares y el último es multidireccional. Sin embargo, como en cualquier esquema analítico, los límites entre categorías pueden parecer más definidos de lo que son en la práctica. El autor no propone una jerarquía o una evolución; aclara que los tres conservan su uso en circunstancias particulares. En la práctica de un proyecto extenso de comunicación los participantes se mueven de una aproximación a otra (Trench, 2008).

| Modelos básicos de comunicación de la ciencia | Asociaciones ideológicas y filosóficas | Modelos dominantes en la comunicación pública de la ciencia y la tecnología | Variantes de los modelos dominantes | Opiniones de la comunidad científica hacia el público |
|--|---|--|--|---|
| Difusión | Cientificista Tecnocracia | Déficit | Defensa Mercadotecnia | Son hostiles Son ignorantes Pueden ser persuadidos |
| Diálogo | Pragmatismo Constructivismo | Diálogo | Contexto Consulta | Vemos sus diversas necesidades Estudiamos sus puntos de vista Comentan con nosotros |

| | | | | |
|--------------|---|----------------------|-----------------------|---|
| | | | Participación | Se involucran en el problema |
| Conversación | Democracia participativa Relativismo | Participación | Debate Crítica | Juntos le damos forma al tema Juntos creamos una agenda Juntos negociamos las reuniones |

Tabla. Clasificación de los modelos de comunicación de la ciencia, sugerida por Brian Trench (2008), traducción propia.

Trench (2008) considera las siguientes definiciones para los términos usados:

Déficit. La ciencia es transmitida por expertos a audiencias que se perciben como deficientes en conciencia y comprensión.

Diálogo. La ciencia se comunica entre los científicos y sus representantes y otros grupos, a veces para descubrir cómo la ciencia podría ser difundida más efectivamente, a veces para consultas sobre aplicaciones específicas.

Participación. La comunicación sobre la ciencia tiene lugar entre diversos grupos, con base en que todos pueden contribuir y en que todos tienen un interés en el resultado de las deliberaciones y discusiones.

Defensa. Aquí el público se considera hostil; un ejemplo es la postura de la Fundación Richard Dawkins, pero el modelo también puede ser reconocido en comunicación en que se enfoca de otras maneras en "anti-ciencia".

Marketing. Aquí el propósito es persuadir al público, por ejemplo, acerca de la caída en números de estudiantes de ciencia y tecnología, tal vez mediante la promoción de científicos exitosos como modelos a seguir o presentar la ciencia como "diversión".

Contexto. Las prácticas contextualizadas tienen en cuenta la diversidad de los públicos y de las formas en que sus experiencias y percepciones dan forma a su recepción de información. Estas prácticas pueden ser funcionalistas, como en la "segmentación" de los mercadólogos, o más situadas culturalmente, como en la consideración de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en sociedades multiculturales.

Consulta. Las opiniones del público se buscan por diversos medios, con miras a redefinir mensajes o negociar sobre aplicaciones.

Compromiso. Aquí hay un mayor énfasis en cómo los públicos expresan inquietudes, plantean preguntas y se involucran activamente.

Deliberación. Esto se presenta como una forma "aumentada" de participación pública, que pide un conjunto más amplio de entendimientos sobre los procesos democráticos, y en el que las contribuciones públicas sobre el "por qué" y el "por qué no" de la ciencia ayudan a establecer la agenda para comunicación de la ciencia y, eventualmente, para la ciencia.

Crítica. Aquí la ciencia se hace responsable a través de referencias a otras disciplinas intelectuales y actividades culturales que pueden ofrecer información sobre los significados públicos de ciencia. El término "crítica" se usa por analogía con el procesamiento público de experiencias e interpretaciones de las artes y otras expresiones culturales.

3.2 La comunicación pública de la ciencia en la actualidad

Otro de los temas discutidos en la comunicación de la ciencia es el de las terminologías usadas para definir el campo mismo.

Al considerar una definición elemental, la comunicación es un sistema formado por emisor, mensaje, código y receptor. El concepto *comunicación de la ciencia* abarca el conjunto de actividades de comunicación que tiene contenidos científicos, desde la comunicación entre especialistas, pasando por la enseñanza, hasta la divulgación, destinada al público lego. También es importante recordar que, por uso y costumbre, en México suele utilizarse el término comunicación de la ciencia como

sinónimo de *divulgación*, aún a sabiendas de que la divulgación es sólo una parte de ella. Por otro lado, la palabra *difusión* se utiliza para la propagación del conocimiento entre especialistas –publicar resultados de una investigación, presentar trabajos en un congreso, etc.– (Sánchez Mora, 2010)¹³.

A nivel internacional se pueden encontrar diferentes términos para la *divulgación*: en España es muy común el término *periodismo científico*, y en inglés se utilizan *popularization*, *vulgarization*, *public understanding of science*, *scientific literacy*, *science writing*; en francés se utilizan los términos *vulgariser* y *communication scientifique publique* (Sánchez Mora, 2010). La autora también señala que, aunque informar, divulgar, vulgarizar, difundir y comunicar sean sinónimos, vulgarizar tiene una connotación peyorativa (“hacer vulgar, acorriantar, trivializar”). Incluso para algunos científicos, *divulgar* también es un término profesionalmente peyorativo, puesto que lo exacto de las ciencias exactas son sus ecuaciones, y prescindir de ellas es simplificar o malinterpretar la información.

En el presente trabajo se considera que la aplicación del *embellecimiento* (el uso de ilustraciones, de metáforas visuales y otros elementos decorativos) en las infografías puede ayudar a la comunicación de la ciencia en todos los niveles, no sólo en la divulgación o comunicación pública de la ciencia (término que también se usa en nuestro país como sinónimo de divulgación). Sin embargo, se reconoce la importancia de poner más énfasis en esta última.

Sánchez Mora (2010) señala que la divulgación de la ciencia es una actividad que se ha separado recientemente del campo de la investigación como resultado natural de la especialización del quehacer científico. Hasta hace pocos años los mismos científicos hacían la divulgación científica, pero con el avance acelerado de la investigación científica y la especialización, la labor de comunicación se ha ido dificultando. La comunicación pública de la ciencia o divulgación se ha ido perfilando

¹³ En este apartado y los dos siguientes se cita principalmente la publicación de Ana María Sánchez Mora, “Introducción a la comunicación escrita de la ciencia” de 2010. Sánchez Mora es una de las principales investigadoras de la comunicación de la ciencia en México.

como un puente cada vez más independiente, que une el mundo de la ciencia con el resto del universo cultural.

En la actualidad no existe una definición única de lo que es la *divulgación*, y propone que la divulgación de la ciencia “es una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible” (Sánchez Mora, 2010, p. 24). La autora explica que su definición es práctica, y lo suficientemente amplia y ambigua como para abarcar todas las posibilidades sensatas. Pero reconoce que para abordar cualquiera de los conceptos incluidos en la definición se requiere de muchísimas especificaciones. De hecho, gran parte del análisis de la comunicación de la ciencia se dedica a tratarlos en detalle.

No obstante, hoy en día se acepta que en la divulgación es indispensable una recontextualización (o cambio de contexto) en el que se tiene en cuenta la dimensión cognitiva (el juego que se activa entre saber establecido y conocimiento nuevo, a veces desestabilizador de creencias y valores); la dimensión situacional (intereses, intenciones y finalidades de emisores y receptores); y la dimensión social (las prácticas de la investigación traspuestas a otras prácticas). Se entiende que la realidad de la ciencia se recrea; no se presta a una traducción literal o automática. La divulgación la traduce pero en un sentido creativo, que es el único válido de traducir (Sánchez Mora, 2010).

3.2.1 Los objetivos de la comunicación pública de la ciencia

Según Sánchez Mora (2010), a grandes rasgos se puede hacer una división: tiene objetivos culturales (apreciación pública de la ciencia, creación de cultura científica, integración de ciencias y humanidades, la gratificación de saber), y objetivos sociopolíticos (desarrollo de los países, democracia, opinión ciudadana, equilibrio del poder)¹⁴.

¹⁴ Ana María Sánchez Mora analiza las posturas de diversos autores sobre cada uno de estos objetivos (pp.34-43).

Pero, cualquiera que sea el objetivo, la importancia de la divulgación está fuera de duda, y entre las razones están las siguientes: la ciencia es parte de la cultura universal; la ciencia es una manera de conocer el mundo que ha resultado muy exitosa; la ciencia y la tecnología desempeñan un papel crucial en las sociedades actuales; la prosperidad de las naciones descansa en la ciencia y la tecnología; la industria nacional será más competitiva si los administradores y tomadores de decisiones entienden mejor qué es la ciencia; el público financia ciencia y tecnología con sus impuestos. Y se asume que: la ciencia debe ocupar más espacio en los medios; los científicos deben aprender a comunicarse con el público; los ciudadanos no pueden permanecer al margen de los debates; la divulgación es necesaria para tener acceso a la información; la información es imprescindible para tomar decisiones democráticas; la información es básica para tomar decisiones personales; comprender la naturaleza es una fuente de gozo personal (Sánchez Mora, 2010).

3.2.2 Los métodos de la comunicación pública de la ciencia

El público de la divulgación generalmente es anónimo, pero el divulgador lo imagina y le asigna características, aunque nunca sabe con certeza cómo recibe el mensaje, pues el receptor le da sentido según sus antecedentes, expectativas y competencias personales (Sánchez Mora, 2010). Aquí cabe decir que esta situación podría ser diferente, en el sentido de que podrían tenerse en cuenta los estudios de percepción social; sin embargo, no se sabe tampoco en qué medida le darán sentido los receptores.

Según Sánchez Mora (2010), aunque existe una variedad de formas de realizar la divulgación de la ciencia se puede tener en cuenta que el discurso científico y el no científico se caracterizan por su forma discursiva propia; en el segundo hay secuencias narrativas, diálogos, baja formalidad, expresión del punto de vista del enunciador respecto al enunciado, sujeto que personaliza y es responsable de lo que se dice, del contenido y del texto; en el científico hay definiciones, ejemplificaciones y restricción al impersonal y tiempos del pasado, alto nivel de formalidad (para ganar objetividad). En el discurso de la divulgación en particular,

hay aclaraciones, metáforas, variaciones de registro (de formalidad). Estos recursos discursivos diferentes e incluso excluyentes hacen que el autor deba elegir las formas más idóneas para el nuevo contexto. El marco comunicativo impone también sus limitaciones de género (p.ej. periodismo, programa de televisión o conferencia), y canal (escrito, oral, audiovisual, etc.). De manera que se puede decir que “la labor del divulgador es esencialmente una constante toma de decisiones donde tienen lugar saberes y experiencia, pero también sensibilidad” (Sánchez Mora, 2010 p. 94)

Divulgar es un proceso de toma de decisiones además encadenadas, del cual se sabe poco con certeza. La realidad es que “no hay un producto único de divulgación: su característica más significativa es precisamente la ausencia de uniformidad; cada acto de divulgación es irrepetible” (Sánchez Mora, 2010, pp. 95-96).

3.3 La comunicación visual de la ciencia

De acuerdo con Rodríguez Estrada y Davis (2015), si bien se puede argumentar que hay una larga historia de las comunicaciones visuales en la ciencia, en gran medida la práctica se ha limitado a gráficos y figuras para publicaciones científicas, y menos para conectarse con audiencias no especializadas. Las imágenes han servido durante mucho tiempo a los científicos como herramientas para explicar principios y nuevas teorías. Estos pueden tomar la forma de cualquier ilustración abstracta, puramente simbólica (por ejemplo, modelo atómico de Bohr) o de formas que aceptamos fácilmente como literales -por ejemplo, las fotografías de la NASA de la Tierra-.

En un artículo publicado en 2007, Köppen aborda el origen de las normas de publicación de los artículos científicos (que se empezaron a discutir a finales del siglo XIX). Entre las características que dictan esas normas está la de escribir no en primera persona, sino de forma impersonal para conseguir una supuesta mayor objetividad. “El propósito principal de un artículo científico no es hablar al corazón sino al cerebro”, dicta el multicitado autor Michael J. Katz (1985, p.15. citado en Köppen, 2007), cuando se trata de discutir cómo se debe escribir textos científicos.

En la misma tónica de la devaluación de los sentimientos y de las emociones frente a la racionalidad se inscribe también cierto rechazo a las imágenes visuales declaradas en muchos casos como entes subjetivos y triviales frente al predominio del número y del concepto. Aquí naturalmente se trata de generalizaciones ya que no se olvida la importancia de la imagen técnica, sobre todo en las ciencias naturales, aunada a concepciones de verdad, evidencia y objetividad ligadas precisamente a su producción por instrumentos, ni la utilización ancestral de diagramas y modelos para representar fenómenos y teorías por parte de los científicos, y que juegan un papel fundamental en la construcción del conocimiento científico. Pero en el caso de las publicaciones académicas hay cierta validez general en lo que se refiere al mencionado rechazo a las imágenes que nos confirman Drott y Griffiths (1975) al afirmar que el uso de fotografías a color y gráficas llamativas va en detrimento de la calidad de la revista. Este tipo de material colorido y atractivo se acepta generalmente para fines de divulgación científica y la enseñanza para reforzar la memorización y el entendimiento, pero no para una comunicación entre pares en revistas *serias* (Köppen, 2007, p. 37).

El uso del color tardó mucho en concretarse, aunque técnicamente ya era posible (La revista *National Geographic*, de carácter predominantemente visual, publicó su primera edición a todo color en 1948). Fue hasta principios de la década de 1980 cuando se insertan las primeras ilustraciones a color en los artículos y demás contribuciones científicas, con su impresión en páginas por separado y en papel de diferente calidad (Köppen, 2007).

En el primer capítulo se mencionó que la discusión pública del cambio climático se inició en la década de 1980 (Maslin, 2004). El uso del color en las publicaciones científicas se generalizó también en esa década, de acuerdo con Köppen (2007). Pero, ¿cómo ha sido la comunicación visual pública del cambio climático y cómo se

relaciona con la percepción social del mismo? En el resto del capítulo se mencionarán algunos datos recientes sobre estos temas.

3.4 Las representaciones gráficas del cambio climático

Según Francisco Heras (Heras Hernández, 2015), el tratamiento gráfico del cambio climático se basa con frecuencia en unas cuantas imágenes estereotípicas: las grandes chimeneas humeantes representan las causas del fenómeno; el oso polar manteniendo un equilibrio inestable sobre un pedazo de hielo flotante es el icono de las consecuencias; las imágenes de las cumbres internacionales del clima ilustran de forma recurrente las respuestas ante el problema. Este tratamiento gráfico, muy limitado, puede generar malentendidos (p.ej. “la culpa del cambio climático la tienen las industrias”). Pero además, señala Heras, puede contribuir a un *enmarcado* inadecuado de las informaciones. Por ejemplo, el icono más conocido del cambio climático –los osos polares sobre un pedazo de hielo– tiene un valor expresivo innegable, transmite desamparo e indefensión y subraya la vulnerabilidad de los animales ante el cambio del clima. Además, constituye un elemento comunicativo reconocible de forma inmediata. Sin embargo, se trata de un icono representativo de las apelaciones al miedo que dominan la comunicación del cambio climático, que puede resultar contraproducente para lograr una “implicación significativa”, ya que ésta requiere una cierta conexión con la vida cotidiana (O’Neil y Nicholson-Cole, 2009, citados en Heras Hernández, 2015)

Las representaciones visuales¹⁵ pueden ser particularmente importantes en la comunicación científica cuando el tema o esencia científica subyacente no tiene forma física, cuando el lenguaje es potencialmente engañoso o insuficiente para retratar el tema, o cuando el fenómeno no existe a escala humana (Rebich-Hespanha y Rice, 2016).

O’Neill y colaboradores (2013) reportan que son pocos los estudios que han examinado críticamente cómo la gente percibe las representaciones visuales del cambio climático en los medios de comunicación. En la década del 2000 los estudios

¹⁵ Se usan los términos *representaciones gráficas* y *representaciones visuales* como sinónimos.

acerca del impacto del material visual en las ciencias sociales eran todavía escasos (Joffe, 2008). Las imágenes son fundamentales para los medios de comunicación en general, pero solo recientemente la investigación de la comunicación sobre el cambio climático ha comenzado a identificar y evaluar la presencia, el papel, la interpretación y los efectos de las imágenes (Rebich-Hespanha y Rice, 2016).

Antes de analizar algunos ejemplos del uso de imágenes en la comunicación del cambio climático, es necesario aclarar el significado de *Infografía* y otros términos relacionados.

3.5 ¿Qué es una infografía?

Según Lankow *et al.* (2012)¹⁶, existen muchas disciplinas que trabajan con la información y los datos, la *visualización*¹⁷ y el diseño, y existen diversas opiniones acerca de la manera en la que esos términos deberían usarse. El término *infografía* ha sido objeto de múltiples interpretaciones, la mayoría surgida en el campo periodístico. También se han planteado diferentes clasificaciones, por ejemplo, según sus características o según su campo de aplicación, o según el contenido que se desea transmitir. Asimismo existen diferentes propuestas metodológicas para su construcción (Vargas *et al.*, 2014). Según Herrero-Solana y Martínez-Domínguez, (2015), no existe un consenso claro entre los especialistas para diferenciar entre *infografía* y *visualización*¹⁸. Para algunos, la frontera entre estas disciplinas se encuentra en la interactividad. Cairo (2011) señala que algunos especialistas marcan una frontera entre infografía y visualización, basada en que, supuestamente, la infografía consiste en *presentar* información por medio de gráficos estadísticos, mapas y esquemas (*exposición*), mientras que la visualización se basa en la creación de herramientas visuales (estáticas o interactivas) que un público pueda usar para *explorar*, analizar y estudiar conjuntos complejos de datos. Sin embargo, Cairo (2011) opina que infografía y visualización pertenecen a un

¹⁶ En este capítulo se cita principalmente el libro de estos autores porque en él se resumen muchos de los puntos importantes sobre las infografías que son relevantes para esta tesis.

¹⁷ Se refieren al proceso de hacer visible un conocimiento específico.

¹⁸ Algunos autores usan los términos incluso como sinónimos.

mismo continuo en el que cada una ocupa extremos opuestos de una línea. Esta línea es paralela a otra, cuyos límites son definidos por las palabras *presentación* y *exploración*. Algunos gráficos son todo presentación y casi nada de exploración, por lo que son “más infografía”, mientras que otros permiten un enorme número de lecturas por lo que son “más visualización”. Pero toda infografía y toda visualización contienen ambos ingredientes: *exponen* y *ayudan en la reflexión* sobre lo presentado. Para Cairo (2011) son palabras sinónimas.

Según Cairo (2011), cualquier nueva tecnología es el resultado de la combinación de otras ya existentes; cualquier innovación es en realidad el resultado de encajar piezas que hasta entonces tenían otros usos. En el caso de la infografía, Cairo señala:

Los orígenes de la visualización y la infografía plantean un pequeño misterio: todos sus componentes tenían una sólida tradición desde mucho antes del último tercio del siglo XX: la ilustración científica se remonta a Leonardo da Vinci, como mínimo; el periodismo comenzó en el siglo XVII; tanto la cartografía como la estadística fueron definidas entre los siglos XVIII y XIX; el diseño gráfico es un producto del XIX. ¿Por qué entonces no existió nadie que se denominase a sí mismo *visualizador*, *diseñador de información* o *infografista* antes de los años 80 del pasado siglo? (Cairo, 2011, p. 37).¹⁹

Para este autor, son dos los *catalizadores* (o elementos desencadenantes) que otorgan a la visualización su carácter diferenciado contemporáneo y que le ayudan a definir un marco conceptual propio. El primero es la Teoría de la Información, definida por Claude E. Shannon en 1948, cuyo objetivo era calcular de forma precisa la cantidad de bits que es posible transmitir de forma efectiva a través de una línea telefónica. Hoy se acepta que las ideas y ecuaciones de Shannon son aplicables a múltiples áreas. Y el segundo catalizador es la incorporación de ciertos

¹⁹ Más adelante en este capítulo se hace una breve historia de las representaciones gráficas.

descubrimientos de la Psicología Cognitiva relacionados con las reglas que el sistema ojos-cerebro usa para captar, procesar, memorizar y aplicar en beneficio propio la información obtenida del entorno. “La visualización moderna es el resultado de pasar la representación gráfica clásica (cartografía, estadística, ilustrada) por el filtro sistematizador de la psicología de la percepción, de la acción y de la memoria” Cairo (2011, p.38). Por lo tanto,

Visualización es aquella tecnología plural (esto es, *disciplina*) que consiste en transformar datos en información semántica —o en crear las herramientas para que cualquier persona complete por sí sola dicho proceso— por medio de una sintaxis de fronteras imprecisas y en constante evolución basada en la conjunción de signos de naturaleza icónica (figurativos) con otros de naturaleza arbitraria y abstracta (no figurativos: textos, estadísticas, etc.), (Cairo, 2011, p. 38).

Según Isabel Meirelles (2013), la comunidad del diseño gráfico usa dos términos para las presentaciones visuales de la información: *infografía* y *diseño de la información*. Las **infografías** son para las presentaciones visuales en las que las gráficas (ilustraciones, símbolos, mapas, diagramas, etc.) junto con un lenguaje verbal comunican información que podría no ser posible de otra manera. Las **infografías** pueden abarcar desde las primeras ilustraciones científicas del cuerpo humano hasta las representaciones modernas de cómo funciona el cerebro; desde los primeros mapas de rutas y los horarios de trenes hasta el emblemático mapa del subterráneo de Londres. Tanto los periódicos como los libros pedagógicos y técnicos emplean prácticas que tradicionalmente han usado infografías para explicar información compleja y contar historias. Desde los mapas del tiempo a las explicaciones visuales de los fenómenos naturales y los acontecimientos recientes, las infografías ayudan a entender mejor los acontecimientos.

El **diseño de la información**, por otro lado, se usa ampliamente para describir las prácticas del diseño de comunicación en las que el principal objetivo es informar, en

contraste con los enfoques persuasivos más comúnmente usados en prácticas como la publicidad. Las infografías son una de las posibles salidas dentro de la amplia disciplina del diseño de la información. Otros posibles productos son el diseño de sistemas, que pueden ser ejemplificadas por los sistemas de información; los sistemas de señalización, y la visualización de datos estadísticos. Todos los ejemplos comparten el objetivo común de revelar patrones y relaciones no conocidas o que no son fáciles de deducir sin la ayuda de las representaciones visuales de la información. Tradicionalmente, las infografías y el diseño de sistemas eran presentaciones visuales estáticas. Con el avance y la accesibilidad de la tecnología se observa más la práctica de los productos interactivos y dinámicos para la información. La autora también utiliza los términos *diseño de información* y *visualización de la información* de manera intercambiable.

Meirelles (2013) también señala la discusión entre las comunidades del diseño y la de los científicos, respecto al propósito de las visualizaciones; que si sirven como medios para comunicar historias y resultados de investigaciones, o como plataformas para la manipulación de datos y la exploración. La autora señala que una visualización puede cubrir ambas funciones, y ayudar a producir conocimiento.

A continuación se menciona la definición de infografía (y de otros términos técnicos) de Lankow *et al.* (2012).

| Definiciones de Lankow <i>et al.</i> (2012) | |
|---|---|
| <i>Diseño</i> | Es el concepto, funcionalidad y producción gráfica destinada a resolver problemas específicos. |
| <i>ilustración</i> | Es la representación de un objeto, hecha a mano o con vectores. En las infografías se pueden usar las ilustraciones para mostrar la anatomía de un objeto o para añadir atractivo estético. |
| <i>Visualización</i> | Estos autores lo usan para “visualización de información”. Una fotografía o una pintura son técnicamente una visualización, sin embargo, aquí se refieren al proceso de hacer visible un conocimiento específico. Puede incluir la visualización de datos o simplemente el uso de señales para ilustrar, diferenciar o mostrar una jerarquía de la información. |

| | |
|---|--|
| | <p>Los miembros de las comunidades científicas y académicas comúnmente usan el término para las gráficas que se generan automáticamente con software. Lankow <i>et al.</i> (2012) incluyen esa definición, pero también el proceso manual, el trazado y el diseño de la información y los datos para otras aplicaciones (aparte de la científica).</p> <p>Se refieren a una acción o proceso.</p> |
| <i>Visualización de datos</i> | <p>Es una representación visual de datos o la práctica de visualizar datos. Las formas comunes incluyen los gráficos circulares (o de pastel), gráficos de barras, gráficos de líneas, etc. Estas visualizaciones nos permiten detectar tendencias, patrones y valores atípicos que podemos usar para obtener una idea.</p> |
| <i>Diseño de la Información</i> | <p>La práctica de representar la información en un formato visual. También usan este término para referirse al campo de estudio y práctica como un todo. Una representación visual de información podría incluir visualizar datos, procesos, jerarquías, anatomía, cronología y otros hechos. Mientras que un gráfico es técnicamente un gráfico informativo, la mayor parte de los gráficos informativos son multifacéticos y contienen explicaciones o descripciones perspicaces.</p> |
| <i>Infografía o gráfico informativo</i> | <p>El término <i>infographic</i> es una abreviación de “<i>information graphic</i>”.</p> <p>Estos autores usan <i>infografía</i> y <i>gráfico informativo</i> de manera intercambiable, para mantener una definición amplia.</p> <p>Una infografía usa señales visuales para comunicar información. No necesita contener cierta cantidad de datos, poseer cierta complejidad o presentar cierto nivel de análisis. No hay un umbral en el cual algo se “convierta” en infografía. Puede ser tan simple como una señal de carretera de un hombre con una pala, que indique que hay una construcción más adelante, o tan complejo como un análisis visual de la economía global.</p> |
| | |
| <i>Infografía (o Infográfico) Editorial</i> | <p>Se caracteriza por la ilustración, tipología grande y orientación vertical que expone una selección de hechos.</p> <p>Es un tipo de infografía para usarse en publicaciones impresas, en línea o en un blog. Aunque los periódicos han utilizado estas por décadas, han encontrado recientemente una nueva forma y vida en Internet: el contenido de mercadotecnia.</p> |

| | |
|------------------|---|
| <i>Narrativa</i> | Un enfoque del diseño de la información que busca guiar al espectador a través de un grupo seleccionado de información que cuenta una historia. Esta se usa más para infografías que comunican juicios de valor y son diseñados para dejar al espectador con un mensaje específico para llevarse. |
|------------------|---|

En el presente trabajo se acepta que una infografía puede ser, como lo entienden Lankow *et al.* (2012), tan simple como una señal de carretera de un hombre con una pala, que indique que hay una construcción más adelante, o tan complejo como un análisis visual de la economía global. Sin embargo, como veremos en el resto del capítulo, se han identificado algunas características que pueden servir mejor para posicionar al cambio climático, y los demás problemas ambientales, como temas urgentes en la percepción pública, y además inducir a la acción para enfrentarlos.

3.6 Diferentes perspectivas en el diseño de la información

Según Lankow *et al.* (2012), desde 2007 ha existido un debate sobre cuál es el mejor enfoque del diseño de la información. Ese debate gira en torno al papel de la estética y la decoración en el diseño de infografías.

De acuerdo con Lankow *et al.* (2012), la ciencia y las publicaciones han utilizado el diseño y la visualización de la información como herramientas de comunicación durante siglos. El estudio y el desarrollo en el campo ha sido dominado en su mayoría por académicos y científicos, quienes están interesados principalmente en entender la manera más efectiva de procesar y presentar la información para ayudar en los análisis. Esos esfuerzos están impulsados por una gran cantidad de investigación, con consideraciones muy teóricas; cuando son prácticas, el foco está en el uso de software para procesar y visualizar grupos de datos. Durante años, sólo un grupo selecto –un grupo de individuos educados, bien informados y capacitados– ha discutido y practicado la visualización en este sentido. Sin embargo, esas prácticas son cada vez más utilizadas en la actualidad, algo que ha sido favorecido por el Internet.

Según Lankow y colaboradores (2012), a partir del año 2007, el interés por las infografías (la mayoría de naturaleza editorial) empezó a crecer en Internet, y

entonces surgió un nuevo grupo de “expertos” que elogiaba, compartía y criticaba cualquier infografía que podía encontrar.

Unas de las más comunes fueron las infografías editoriales para el mercado comercial. Esta nueva clase modificó tanto el formato como el contenido. Las gráficas delgadas y largas, diseñadas para blogs, se volvieron ubicuas y casi instantáneamente sinónimo con el término *infográfico*. Esas piezas usaban ilustración y decoración mucho más que sus contrapartes tradicionales. Y como con la mayoría de los esfuerzos del mercado, su propósito era usar su contenido y diseño para atraer la atención, interés y veneración por la compañía que las producía. Era una gran divergencia de los propósitos tradicionalmente establecidos en el campo, que eran puramente usar la representación visual para ayudar en el procesamiento y la comprensión de datos (Lankow *et al.*, 2012).

“El nuevo campo de los diseñadores de infografías carecía del conocimiento de las mejores prácticas para el diseño de información. Como pasa con cualquier campo en crecimiento, la calidad de los diseños variaba drásticamente –lo que ha merecido las críticas del (léase: absoluto desdén) de la comunidad de visualización académica y científica. El Internet había usurpado las infografías” (Lankow *et al.*, 2012, p. 31).

3.6.1 Tufte vs Holmes: un punto de partida

De acuerdo con Lankow y colaboradores (2012), una de las voces más reconocidas en esta área es la de Edward Tufte, profesor de estadística de la Universidad de Yale, quien ha escrito algunos de los trabajos más reconocidos sobre el diseño de la información. Tufte acuñó el término *chartjunk* (“gráfico basura” o elementos gráficos innecesarios que no comunican información) y desarrolló el concepto de *proporción datos-tinta*, una medida de la cantidad de la información comunicada en una gráfica y cómo se relaciona con el número total de elementos visuales que tiene (Tufte, 2007).

Las ideas de Tufte se encuentran en la parte conservadora (explorativa) del espectro de los enfoques del diseño infográfico (Ver Tabla 1), que es lo típico en las personas que tienen antecedentes académicos o científicos. Cree que cualquier cosa innecesaria como líneas, rótulos o elementos decorativos sólo distraen al espectador y distorsionan los datos, afectando la integridad de la gráfica y devaluándola. Aunque Tufte acepta que los elementos decorativos pueden ayudar a editorializar algún tema en ciertos casos, tiende a no recomendar su uso (Lankow *et al.*, 2012, p.35).

| EXPLORATIVO | NARRATIVO |
|--|---|
| CARACTERÍSTICAS | |
| Minimalista | Ilustrativo |
| Sólo incluye elementos que representan datos | Enfocado en el diseño |
| Busca comunicar información de la manera más clara y concisa | Busca la atención del público con imágenes atractivas |
| | Informa y entretiene |
| APLICACIONES | |
| publicaciones académicas | Publicaciones |
| Ciencia | Blogs |
| Negocios y finanzas | Mercadotecnia de contenidos |
| Análisis de datos | Material de ventas y mercadotecnia |

Tabla 1. Dos enfoques opuestos del diseño de infografías.

Fuente: Elaboración propia, basada en el ejemplo incluido en Lankow *et al.* (2012).

Según Lankow y colaboradores (2012), la parte opuesta del espectro está representada por el diseñador gráfico británico Nigel Holmes, quien apoya el uso de la ilustración y la decoración para **embellecer** el diseño de la información – enfoque narrativo– (Tabla 1). Desde su perspectiva, el uso de la ilustración y las metáforas visuales para respaldar y reforzar los temas hace atractivos los gráficos (Holmes,1984). Estudios recientes muestran que esos elementos decorativos también pueden ayudar a la retención de la información presentada, como se verá más adelante.

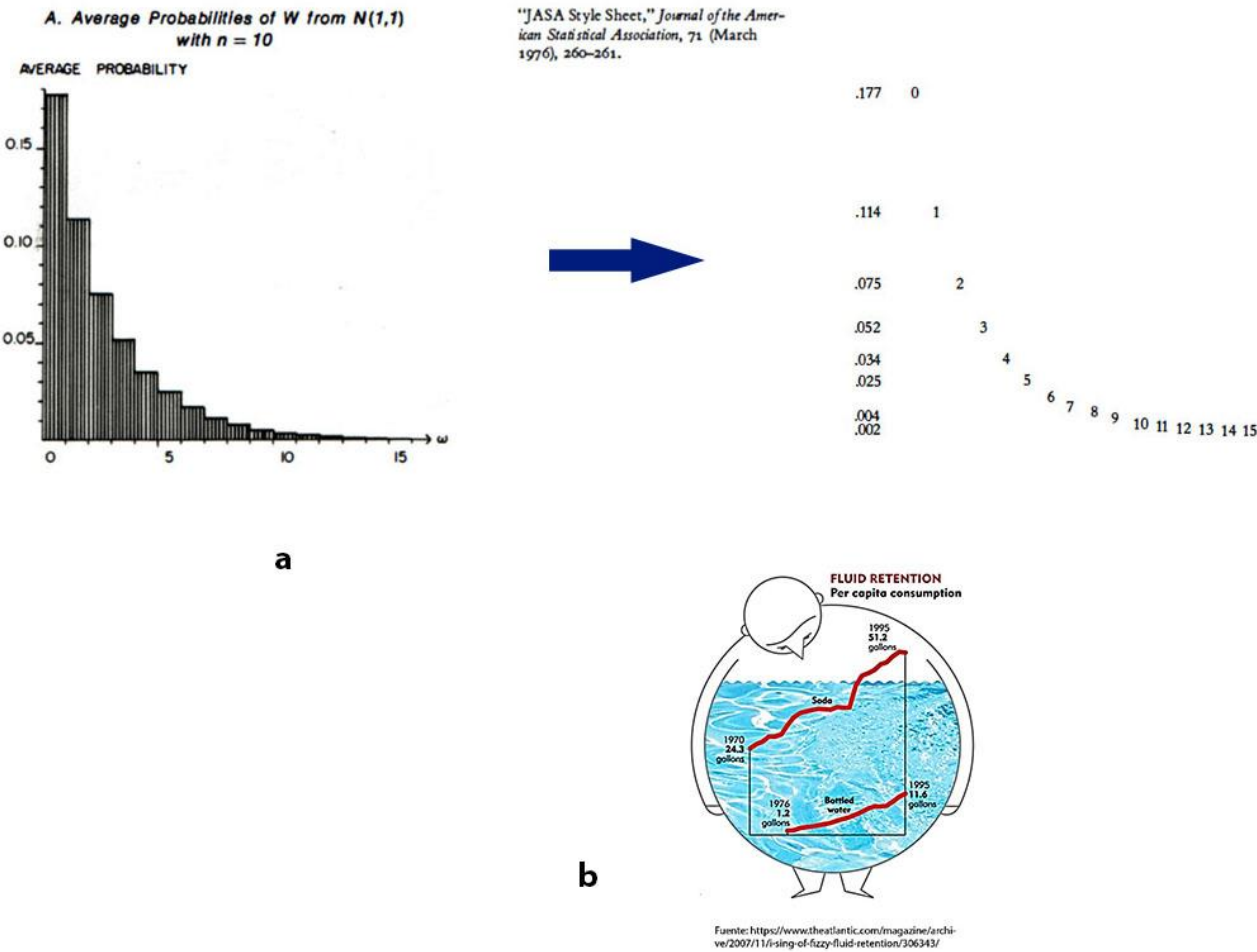


Figura 2. En la parte superior (a) se muestran ejemplos de Tufte (2007), con algunas modificaciones propias (diseño espacial y flecha). Abajo a la derecha (b) ejemplo de Holmes (O'Rourke, 2007).

En la parte superior de la Figura 2 se muestra el ejemplo de rediseño y simplificación de una gráfica, según Edward Tufte. La primera fue publicada por la *Journal of the American Statistical Association*, y la de la derecha muestra la propuesta

simplificada por Tufte. En la parte inferior de la figura 2 se muestra el ejemplo del estilo de Nigel Holmes.

Lankow y coautores (2012) aclaran que ambos enfoques son correctos, pues en esos debates suele olvidarse el punto central, que es el objetivo. Es decir, mientras que Tufte y Holmes pueden querer representar los mismos datos, pueden quererlo hacer por razones muy diferentes. Tufte podría querer mostrar la información en la forma más neutral posible, para animar a su audiencia a hacer un análisis sin sesgos. Por el contrario, el trabajo de Holmes es editorializar el mensaje para atraer al espectador mientras comunica el juicio de valor que quiere que los lectores se lleven. La comunicación de Tufte es *explorativa*, anima al espectador a explorar y extraer sus propias ideas. Holmes, por otro lado, es narrativo, y adelanta la conclusión al espectador. Las diferencias son inherentes a sus áreas de trabajo, ya que los objetivos de la ciencia y la investigación son diferentes a las del mundo editorial. No hay necesidad de establecer un enfoque universal que regule todos los objetivos; diferentes individuos e industrias pueden desarrollar lo mejor para cada objetivo específico.

3.7 Elementos que constituyen una infografía

Aunque no hay un conjunto de componentes universales, Lankow y colaboradores (2012) utilizan la siguiente categorización para discutir los elementos positivos de la infografía:

1. Atractivo

La comunicación debe involucrar o “enganchar” a un público voluntario.

Aunque se presente la información para un objetivo puramente analítico –es decir, sin apelar a ninguna acción deseada por parte del lector-, es benéfico tener un recurso estético. La gente necesita un incentivo adicional para leer los estudios de investigación y los reportes analíticos, que pueden resultar “fríos y secos”. La información presentada con algunos elementos extra en las representaciones visuales atrae a los lectores y los alienta a buscar más en el contenido.

Los autores citan un estudio realizado en la Universidad de Saskatchewan (Bateman *et al.*, 2010), en el que se sugiere que los espectadores prefieren un mayor uso de ilustraciones en las representaciones visuales. A los participantes en el estudio se les presentó una serie de gráficas simples y otra que contenía ilustraciones de Nigel Holmes (Figura 3).

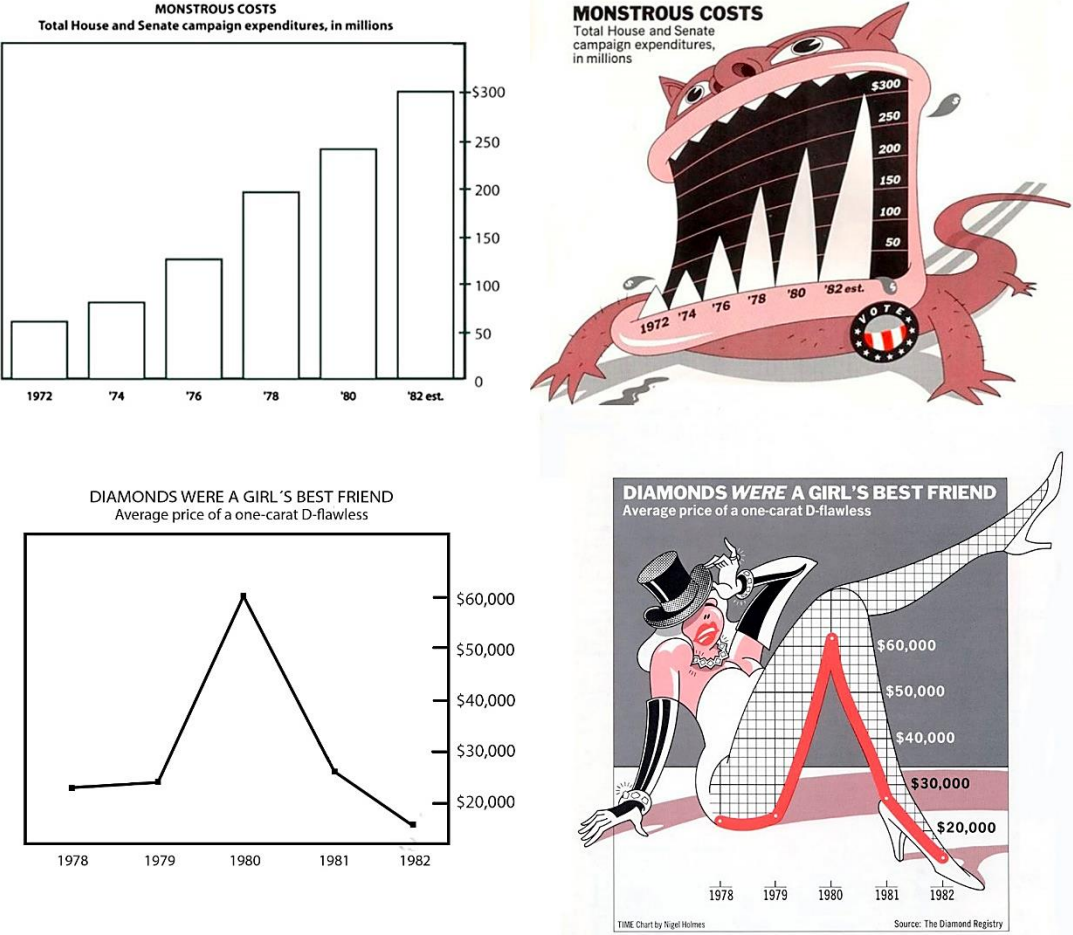


Figura 3. Ejemplos del estudio de Bateman *et al.*, 2010

Los participantes prefirieron la versión de Holmes en diversas áreas (Ver Figura 4). De acuerdo con Lankow *et al.* (2012, p. 42) se puede hacer el contenido visualmente emocionante usando iconografía representativa, metáforas ilustrativas o mecanismos relevantes decorativos de encuadre. Sin embargo, se debe recordar el

objetivo. Si se usan de manera incorrecta, los elementos decorativos pueden distraer al espectador.

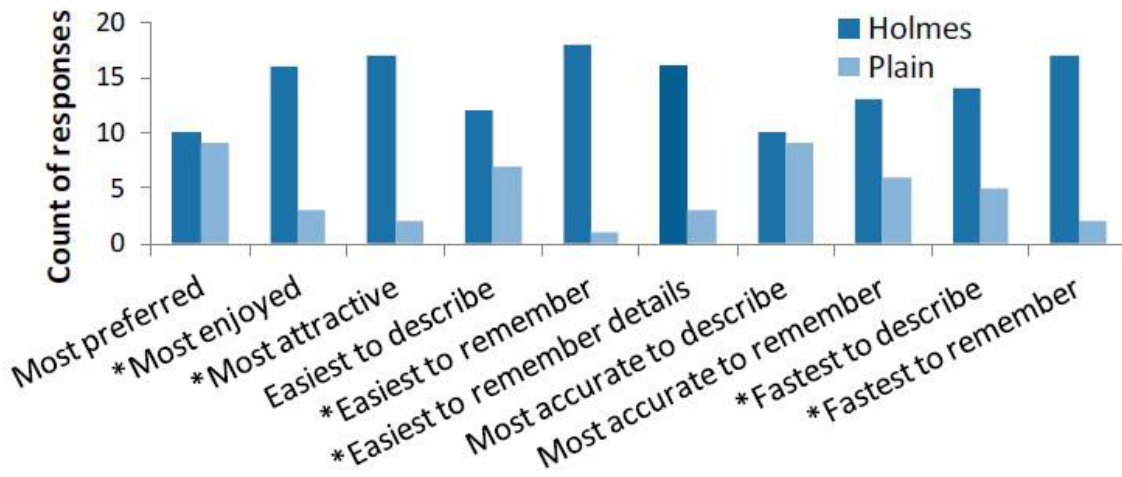


Figura 4. Resultados del estudio de la Universidad de Saskatchewan (Bateman *et al.*, 2010)

2. Comprensión.

La comunicación debe proporcionar efectivamente conocimientos que permitan una comprensión clara de la información.

Los autores mencionan una cualidad del sistema nervioso humano, explicada en el trabajo de Colin Ware: *Information Visualization: Perception for Design* (1999). Según esos estudios, somos capaces de adquirir más información a través del sistema visual que a través de todos nuestros otros sentidos combinados. Las visualizaciones tienen ciertas características llamadas atributos *preatentivos*, que nuestros ojos perciben muy rápido (en 250 milisegundos) y nuestros cerebros lo procesan sin atención activa de nuestra parte. Como ejemplo ponen el siguiente ejercicio: Trate de contar el número de sietes que hay en la serie de números de la siguiente imagen (Figura 5). ¿Cuánto tarda? Luego haga el mismo ejercicio con la Figura 6. (Lankow, 2012, p. 44).

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 4 | 3 | 9 | 5 | 6 | 7 | 8 | 2 | 3 | 6 | 5 | 9 | 4 | 0 | 1 |
| 6 | 7 | 9 | 3 | 4 | 9 | 0 | 5 | 6 | 2 | 5 | 8 | 4 | 0 | 5 | 2 | 6 |
| 9 | 8 | 2 | 6 | 3 | 5 | 9 | 3 | 2 | 9 | 3 | 7 | 2 | 6 | 3 | 4 | 8 |
| 8 | 1 | 6 | 2 | 3 | 8 | 7 | 9 | 5 | 0 | 2 | 3 | 9 | 2 | 8 | 4 | 3 |
| 0 | 9 | 1 | 8 | 5 | 4 | 2 | 9 | 4 | 7 | 4 | 6 | 8 | 4 | 0 | 2 | 9 |
| 3 | 9 | 2 | 7 | 3 | 6 | 6 | 5 | 2 | 9 | 4 | 0 | 4 | 9 | 4 | 8 | 6 |
| 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 4 | 8 | 1 | 0 | 3 | 9 | 4 | 8 | 4 | 7 | 3 | 2 |
| 8 | 6 | 2 | 3 | 0 | 8 | 7 | 3 | 6 | 2 | 5 | 4 | 4 | 8 | 3 | 5 | 0 |

Figura 5. Prueba 1. Fuente: Lankow *et al.*, 2012.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 4 | 3 | 9 | 5 | 6 | 7 | 8 | 2 | 3 | 6 | 5 | 9 | 4 | 0 | 1 |
| 6 | 7 | 9 | 3 | 4 | 9 | 0 | 5 | 6 | 2 | 5 | 8 | 4 | 0 | 5 | 2 | 6 |
| 9 | 8 | 2 | 6 | 3 | 5 | 9 | 3 | 2 | 9 | 3 | 7 | 2 | 6 | 3 | 4 | 8 |
| 8 | 1 | 6 | 2 | 3 | 8 | 7 | 9 | 5 | 0 | 2 | 3 | 9 | 2 | 8 | 4 | 3 |
| 0 | 9 | 1 | 8 | 5 | 4 | 2 | 9 | 4 | 7 | 4 | 6 | 8 | 4 | 0 | 2 | 9 |
| 3 | 9 | 2 | 7 | 3 | 6 | 6 | 5 | 2 | 9 | 4 | 0 | 4 | 9 | 4 | 8 | 6 |
| 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 4 | 8 | 1 | 0 | 3 | 9 | 4 | 8 | 4 | 7 | 3 | 2 |
| 8 | 6 | 2 | 3 | 0 | 8 | 7 | 3 | 6 | 2 | 5 | 4 | 4 | 8 | 3 | 5 | 0 |

Figura 6. Prueba 2. Fuente: Lankow *et al.*, 2012.

Un cambio de color hace que el reconocimiento sea casi instantáneo, porque el color es uno de varios atributos preatentivos (hay otros atributos de forma, de color y de posición espacial). Todas las visualizaciones contienen esos atributos, y

usarlos de manera apropiada para transmitir información es la clave para la comunicación visual. Nuestro cerebro puede reconocer varios de esas señales visuales simultáneamente. Toda esta acción es involuntaria y ocurrirá donde se dirija nuestra mirada. Sabemos que podemos usar esos elementos gráficos para atraer a la gente utilizando lo estético, pero también podemos disminuir la cantidad de tiempo que le toma comprender el mensaje, usando los mismos métodos (Lankow *et al.*, 2012).

En cuanto al efecto de las palabras, Lankow *et al.* (2012) mencionan lo siguiente: Dentro del contexto de una sociedad que habla el mismo lenguaje, las palabras – comparadas con los símbolos– tienen ventaja en términos de familiaridad. Ningún conjunto de símbolos tiene ubicuidad universal, al contrario, la mayoría corresponden a escenarios culturales o sociales específicos. Entonces, los símbolos pueden ser más difíciles de interpretar que el lenguaje cuando se le comunica un concepto alguien que no está familiarizado con los símbolos. En este caso, podría ser mejor la comunicación con textos.

3. Retención

La comunicación debe difundir conocimiento memorable.

Las visualizaciones pueden alcanzar nuestra memoria a largo plazo (Ware, p.352, citado en Lankow, 2012). El cerebro humano puede recordar símbolos familiares, escenas y patrones, permitiéndonos hacer conexiones rápidas con información ya almacenada, y comprender lo que estamos viendo.

4. La solidez

Las infografías deben ofrecer algo significativo, algo que el espectador pueda valorar. La solidez ofrece significado e integridad (Lankow *et al.*, 2012).

Las gráficas con *embellecimiento* visual pueden ser superiores, no sólo en términos de su atractivo sino en su habilidad para que los espectadores entiendan y retengan el mensaje. Recurrir no sólo a lo atractivo sino a lo emocional puede resultar más memorable (Lankow, *et al.*, 2012, p. 52).

Por su parte, Cairo (2011) sostiene que la visualización/infografía está basada en el uso de gráficos: estadísticas, mapas, diagramas. Un **gráfico** es una representación visual esquemática (es decir, con un grado de abstracción variable) de contenidos. Cairo (2011) distingue dos tipos:

Gráficos figurativos son aquellos que representan fenómenos físicos. En ellos, existe una cierta similitud entre lo representado y la forma visual. Piense en un mapa, un retrato a escala de un espacio. O en una ilustración que explique el funcionamiento de una máquina compleja. O en un infográfico periodístico que reconstruya una catástrofe aérea. En todos estos casos, la forma gráfica se asemeja al objeto, fenómeno o proceso que representa.

Los **gráficos no figurativos** representan fenómenos abstractos; en ellos, la correspondencia entre lo representado y su forma visual es *convencional*. No se basa en una semejanza, sino en una “convención”, una especie de acuerdo tácito entre quien comunica y quien recibe el mensaje. Piense en la lengua escrita, que no es más que una forma visual no mimética de transmitir contenidos de una mente a otra. Una infografía que, por medio de tonos de intensidad variable, muestre la evolución de la tasa de desempleo codifica algo *no físico* y que no tiene relación *natural* alguna con su representación: una rejilla de rectángulos no *se parece* al número de personas sin trabajo.

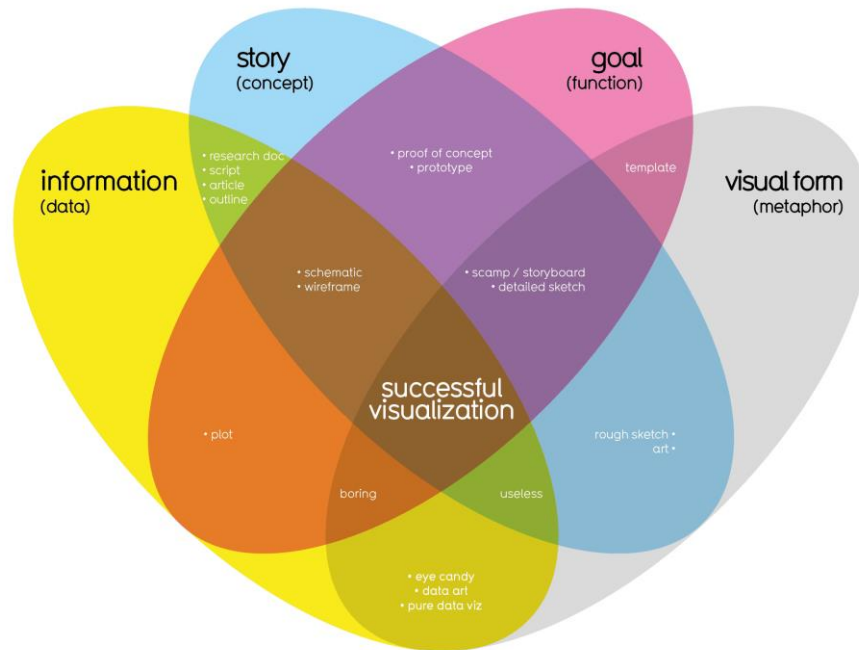
Cairo (2011) insiste en que los gráficos no son inferiores o secundarios al lenguaje textual. Los aspectos estéticos deben ser usados de forma práctica para aumentar la eficacia comunicativa. El autor opina que la relación entre infografía y arte “es muy parecida a la que existe entre periodismo y literatura. El periodismo puede *inspirarse* en la literatura, tomar prestada de ella técnicas y herramientas, pero nunca *convertirse* en literatura. La misma idea es aplicable a la infografía, que es, ante todo, un arte funcional” (Cairo, 2011, p. 19). Este autor se enfoca en el periodismo, que es su profesión.

Otro autor frecuentemente citado en el diseño de la información es David McCandless (2018), quien asegura que no tiene un método específico para realizar sus visualizaciones, pero propone el siguiente esquema (Figura 7).

rollover for more detail

What Makes a Good Visualization?

explicit (implicit)



David McCandless
InformationIsBeautiful.net

taken from new book
Knowledge is Beautiful

find out more
bit.ly/KIB_Books

Figura 7. Los cuatro elementos esenciales para una buena visualización (McCandless, 2018).

Son cuatro elementos esenciales (información, historia, objetivo y forma visual). Por ejemplo, según McCandless (2018), si se combinan información, objetivo y forma visual **sin** historia, resulta un producto aburrido. Si se combinan información, historia y forma *visual* **sin** objetivo, resulta algo inútil.

Por su parte, Kai (2015) señala las siguientes clasificaciones:

1. Tipos de infografías

a. Gráfica total

- Gráfica de barras: gráfica de barras, gráfica circular (de pastel), gráfica de anillos.
- Datos agrupados: histograma, gráfica lineal (de función).
- Gráfica de datos en bruto: diagrama de tallos y hojas, diagrama de caja (de cajas y bigotes).
- Datos de series temporales: gráfico lineal.
- Datos multivariados: grafica de radar.

b. Diagrama ilustrado

c. Gráfico de mapa

2. Efectos visuales en las infografías

- Infografías bidimensionales
- Infografías tridimensionales

3. Lenguaje de diseño en infografías

- Vector
- Gráficos realistas
- Dibujo a mano
- Caricatura
- Fotografía

Kai (2015) divide el diseño de visualización de la información en: el diseño de visualización de datos, y el diseño de visualizaciones ilustrativas. El primero se caracteriza por mostrar los datos y el segundo se centra en combinar la ilustración con el texto. El diseño de visualizaciones ilustradas se ha convertido de manera gradual en un referente visual en los últimos años. Es más impresionante que el diseño de visualización de datos, pero su proceso de diseño es más complejo y es muy exigente para los diseñadores (Kai, 2015, p. 23).

El diseño de visualizaciones es una ciencia que abarca el arte, el diseño, la comunicación visual, la sociología, la psicología, la semiótica, la geometría, la estadística, las matemáticas, la gestión del diseño y otras disciplinas. Su proceso de diseño también es complejo y podría dividirse en cinco pasos (Kai, 2015).

1. Marco informativo y mapas mentales
2. Procesado de datos e investigación
3. *Storyboard* y comprensión de la información
4. Estilo de diseño y símbolos gráficos
5. Color y tipografía

3.8 Breve historia de las infografías

Como se mencionó antes, de acuerdo con Cairo (2011) el término infografía de utiliza ampliamente a partir de la década de 1980, pero son varios los autores que usan el término –y otros relacionados– para referirse a las representaciones gráficas a lo largo de la historia (anacronismo). Aun cuando se puede argumentar que los

elementos visuales a los que hacen mención no son infografías, sino los elementos constitutivos que menciona Cairo (2011), en los siguientes párrafos de este apartado se respetan los términos que usan los diferentes autores. Lo importante es resaltar el uso de representaciones visuales y su evolución a lo largo de la historia.

Las infografías se remontan, al menos, hasta las ilustraciones al carbón del hombre de Cro-Magnon y las tallas de los nativos americanos, dibujadas hace 20,000 a 10,000 años y utilizados como dispositivos de comunicación informativa o material didáctico (Byrne y Cook, 2013; Cook, 2013; Ford, 1993; Lester, 2011, citados en Lazard y Atkinson, 2015). Las infografías han sido dispositivos importantes para transmitir información científica compleja, desde la ilustración icónica de Da Vinci, Hombre de Vitruvio hecha en 1490, hasta la actualidad (Lazard y Atkinson, 2015).

El diseño de la información se registra desde las primeras pinturas rupestres, ya que los humanos siempre han utilizado representaciones gráficas como descripción de la información. La eficacia de estas representaciones fue probada desde la época victoriana (siglo XIX), cuando Florence Nightingale mostró las causas de la mortalidad del ejército británico durante la Guerra de Crimea. Aquella información gráfica fue presentada al Parlamento, que no estaba interesado en la salud y la higiene de las tropas. Esa acción por parte de Nightingale contribuyó a establecer una nueva manera de pensar en la dispersión de las enfermedades (Kopf, 1916 p.390-392, citado en Lankow *et al.*, 2012).

En los siglos XVI y XVII se incrementan las mediciones físicas de tiempo, distancia y espacio, y se crean nuevas técnicas e instrumentos para la medición y la información. Durante el siglo XVIII se desarrollan la Estadística, la Demografía, la Geometría descriptiva y otras disciplinas, y se empieza a representar la realidad en tres dimensiones sobre un plano (Gamonal Arroyo, 2013)

Las gráficas de datos estadísticos ya no son sólo un medio gráfico ordinario, sino que han evolucionado de manera gradual hasta formar parte integral del pensamiento y la creatividad en la vida cotidiana, y están estrechamente conectadas

a nuestro aprendizaje y trabajo (Kai, 2015). Aunque la visualización de la información ha existido durante miles de años (p. ej. Los mapas desde el año 7500 a. C.), el reciente desarrollo de las redes sociales, así como la explosión de la información global, han provocado un nuevo resurgimiento (Kai, 2015).

La época actual es conocida como “La era de la información”; los medios existentes han cambiado la forma en que pensamos y nos comunicamos. La información necesita ser consumida y procesada muy rápido, y las infografías están en la vanguardia de esta nueva manera de pensar, puesto que la visualización de la información nos permite comprender rápido y eficientemente, utilizando el poderoso sistema visual humano (Lankow *et al.*, 2012).

3.8.1 Importancia de las infografías

Dada la gran cantidad de información creada y distribuida en la red diariamente, es mucho más desafiante capturar y mantener la atención de los públicos. Las infografías ofrecen un formato que utiliza imágenes cautivadoras, que no sólo apelan a una audiencia ávida de información, sino que también contribuyen a la comprensión y la retención del contenido (Lankow *et al.*, 2012). Las infografías tienen un potencial considerable para apoyar el aprendizaje porque pueden transmitir conocimiento complejo, abstracto y denso de manera clara, precisa y eficiente (Dunlap y Lowenthal, 2016)

Las infografías funcionan como algo más que expresión artística, son elementos visuales diseñados para comunicar información que va desde algo tan simple como un agradable arreglo de figuras, pasando por ilustraciones estilizadas hasta complejas animaciones de datos complejos (Lester, 2011, citado en Lazard y Atkinson, 2015). Existe un reciente aumento de la visualización narrativa, donde el componente visual sí juega un papel en contar la historia, en lugar de simplemente asumir un papel de apoyo o ser secundario al texto en la historia (Segel y Heer, 2010, citado en Lazard y Atkinson, 2015). Una sola infografía tiene el potencial de llegar a 15 millones de personas (Mashable, 2013, citado en Lazard y Atkinson,

2015), lo que indica una buena oportunidad para los comunicadores de la ciencia y de temas ambientales, para transmitir su información de manera rápida y efectiva.

Durante mucho tiempo se ha reconocido que las imágenes superan a las palabras en la formación de la actitud y el cambio, especialmente en mensajes persuasivos de campaña política (Griffin, 2008; Messaris, 1994, citados en Lazard y Atkinson, 2015). Las imágenes a menudo aventajan con su mensaje de persuasión al texto o al habla (Griffin, 2008; Messaris, 1994, citados en Lazard y Atkinson, 2015). Estos efectos también se mantienen para elementos de diseño específicos; por ejemplo, un simple reemplazo de fuente tipográfica puede aumentar el nivel emocional y persuasivo de los mensajes (Juni & Gross, 2008, citados en Lazard y Atkinson, 2015).

Los mensajes visuales, incluidos los que incorporan elementos de texto, se perciben holísticamente al principio; se necesita más inspección y esfuerzo para procesar los componentes individuales, incluidas las palabras, uno a la vez (Dake, 2005, citado en Lazard y Atkinson, 2015). Por lo tanto, la presentación visual influye en el primer paso necesario en el proceso de comunicación, ganando la atención y el interés del espectador. Los individuos constantemente evalúan los mensajes visuales que encuentran, descifrando no solo el contenido, sino también la relación, en su caso, entre el visual, otros objetos y ellos mismos (Berger, 1972; Rose, 2007, citados en Lazard y Atkinson, 2015).

Hay una relación compleja entre el diseño visual de un mensaje y la interpretación del significado del espectador (Rose, 2007; Trumbo, 1999, citado en Lazard y Atkinson, 2015). Las representaciones visuales tienen el poder de comunicarse de manera más eficiente, y a menudo de manera más efectiva, que las palabras solas (Trumbo, 1999, citado en Lazard y Atkinson, 2015). Las imágenes, las ilustraciones u otras representaciones visuales tienen el poder de comunicar una "comprensión visceral inmediata" más allá de las habilidades del texto (Green y Myers, 2010; Reavy, 2003, citados en Lazard y Atkinson, 2015). A través de la capacidad para obtener señales emocionales y la presentación de asociaciones implícitas, comparaciones o correlaciones, los (elementos) visuales pueden transmitir

información afectiva y cognitiva de un vistazo (Barry, 1997, Messaris, 1997, citados en Lazard y Atkinson, 2015). Además, cuando transmiten conceptos científicos abstractos, las referencias visuales permiten que las audiencias trasciendan las restricciones del lenguaje y tengan una interpretación significativa (Trumbo, 1999, 2000, citado en Lazard y Atkinson, 2015).

Hasta aquí se mencionaron definiciones y clasificaciones de algunos de los diseñadores de la información más conocidos, y se mostró la importancia del atractivo de las imágenes. A continuación se revisan ejemplos de la comunicación del cambio climático con elementos visuales y algunos de sus efectos en la percepción de la gente. En el apartado 3.9 se menciona la influencia de las imágenes en las emociones; en el apartado 3.10 se explica el uso de las simulaciones visuales de escenarios futuros y sus posibles impactos; en el apartado 3.11 se menciona una investigación que enfatiza la eficacia de las infografías con texto e imagen para la comunicación de temas ambientales; el apartado 3.12 suma información acerca de los “gráficos basura” o *chartjunk*; el apartado 3.13 aborda el enfoque de los enmarcados visuales dominantes en la comunicación del CC; y el apartado 3.14 trata sobre la importancia de la utilización de historias en la comunicación del CC.

3.9 Apelar a las emociones: representaciones visuales en la comunicación del CC

Las percepciones previas de la gente, sus experiencias, sus actitudes, sus antecedentes sociales, su orientación cultural y sus disposiciones de comportamiento, influyen en las reacciones que tendrán ante las imágenes sobre el cambio climático, en el mensaje que se llevarán y si actuarán de acuerdo a la comunicación recibida (Myers, 1994, citado en Nicholson-Cole, 2005). La naturaleza heterogénea de los públicos asegura interpretaciones heterogéneas. Por eso, al planear una actividad de comunicación visual, es importante considerar las características de un público *objetivo* (al que se dirige) y su posible rango de interpretaciones (Nicholson-Cole, 2005).

La respuesta de una persona a una imagen no es simplemente racional, sino que tiene un componente de impacto emocional que plantea cuestiones éticas y prácticas (Myers, 1994, citado en Nicholson-Cole, 2005). Las visualizaciones tienen el poder para alterar las interpretaciones de las personas ante conceptos complejos y despertar emociones positivas y negativas (Daniel y Meitner, 2001, citados en Nicholson-Cole, 2005). El simbolismo contenido en una imagen visual puede despertar sentimientos emocionales cuando miramos una imagen, y hasta cierto punto estos elementos ayudan a generar una experiencia significativa o interpretación (Boholm, 1998; Oring, 1999, citados en Nicholson-Cole, 2005). Por lo tanto, la presentación de imágenes emotivas es una forma de atraer la atención de las personas y motivarlas a actuar (Nicholson-Cole, 2005).

Sin embargo, debido a que las imágenes pueden desencadenar respuestas emocionales poderosas, también debemos tener cuidado de evitar transmitir visiones perturbadoras o engañosas, o sentimientos de temor o inquietud si el objetivo es proporcionar un mensaje significativo y motivador. El mensaje necesita ser manejado con cuidado porque las respuestas a las apelaciones visuales emocionales simplemente pueden terminar desencadenando respuestas psicológicas defensivas. Es posible dejar a la audiencia insensibilizada, o con sentimientos de impotencia para actuar contra las causas del cambio climático (Nicholson Cole, 2005).

Por lo anterior, los autores sugieren hacerse las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de imágenes representan el nivel apropiado de información científica?
- ¿Qué elecciones hace el científico para desarrollar o seleccionar una representación visual apropiada? ¿Cómo está influenciada la audiencia?
- ¿Cambiarán estas imágenes el comportamiento?

En un estudio realizado por O'Neill y colaboradores (2013), se demostró que al utilizar imágenes para destacar el cambio climático, los actos de comunicación pueden incrementar o reducir tanto la *prominencia* (la percepción de que el cambio climático es importante) como la *autoeficacia* (la sensación de poder hacer algo acerca del cambio climático). Encontraron que las imágenes de los impactos (como

la contaminación o las inundaciones) aumentan la prominencia, pero reducen la autoeficacia. Las imágenes de futuros con fuentes energéticas diferentes promueven la autoeficacia, y las imágenes de políticos y de celebridades reducen la prominencia y, en algunos casos pueden disminuir la autoeficacia.

Este estudio se hizo en Melbourne (Australia), Norwich (Reino Unido) y Boulder (Estados Unidos), pero los autores enfatizan la necesidad de hacer estudios más representativos.

3.10 El uso de escenarios visuales de realidad virtual

Recientemente se ha reconocido el potencial de la comunicación visual para acelerar el aprendizaje social y motivar la implementación de políticas y de cambios en las tecnologías y los estilos de vida, en relación al cambio climático. Las visualizaciones realistas de paisajes son una de las herramientas utilizadas. Son simulaciones visuales o modelado de paisajes, que representan escenarios de realidad virtual (hoy generadas por computadora). Este tipo de visualizaciones intentan ver hacia el futuro, ofrecen escenarios de lo que podría implicar el cambio climático, y podrían motivar el cambio de actitud. El uso de visualizaciones realistas de paisajes se ha usado tradicionalmente en diseño urbano y evaluaciones de impactos (Sheppard, 2005).

Los estímulos visuales pueden desencadenar nuevos sentimientos e ideas –que habían sido persistentes incluso ante nueva información– (Slovic *et al.*, 2002, citado en Sheppard, 2005); es lo que Zajonc (1984; citado en Sheppard, 2005) ha denominado “la primacía del afecto” sobre la cognición –lo relacionado al conocimiento y al entendimiento–.

La intención deliberada de utilizar las visualizaciones para influir en el comportamiento, lo que Luymes (2001, citado en Sheppard, 2005) describe como la *retórica de la simulación visual*, tiene implicaciones dependiendo de su uso y del presentador. Esto se menciona porque el papel convencional de las visualizaciones como herramienta informativa para la toma de decisiones se asocia con el supuesto papel neutral de la ciencia, que no impone juicios en el público. Pero la crisis actual podría justificar el uso de aproximaciones persuasivas, en el entendido de que no

se utilizarían visualizaciones distorsionadas ni equivocadas, sino que el simple hecho de mostrar los hechos puede ser persuasivo (Sheppard, 2005).

3.11 Ventajas de las infografías con texto e imagen para la comunicación de temas ambientales

Lazard y Atkinson (2015) llevaron a cabo un estudio sobre temas ambientales, en el que presentaron alternativamente mensajes escritos, mensajes gráficos y mensajes infográficos (estas autoras los entienden como mensajes con texto e imágenes) a diferentes grupos de personas. Sus resultados mostraron que las personas se involucraban más en los temas cuando se les presentaron infografías (imagen y texto). La naturaleza persuasiva de las infografías se mantuvo en los diferentes públicos. Las autoras señalan que se sabe poco sobre cómo el público comprende las representaciones visuales de la información científica y cómo estos métodos visuales se comparan con las presentaciones de información científica basados en texto. Por ello, su estudio buscó explorar si estos diferentes formatos de mensaje llevan a un procesamiento *central o periférico*. Sus hallazgos demostraron que la información visual solía guiar a una audiencia a través de información compleja, por lo tanto, consideran que es una estrategia de comunicación confiable para aumentar la disposición de un espectador para evaluar críticamente la información pro-ambiental. Además, la inclusión de factores personales en su estudio (como la alfabetización visual –la capacidad para entender las imágenes-) ilustra que mientras que existen diferencias entre las preferencias visuales y las capacidades de procesamiento en cada persona, hay un efecto universal de mayor pensamiento otorgado a los diseños de mensajes que integran texto e información visual. Según las investigadoras, su estudio ofrece importantes implicaciones teóricas para el Modelo de la Probabilidad de Elaboración²⁰ (ELM por sus siglas en inglés). Es decir, mientras que tradicionalmente el ELM ha visto a los componentes visuales del mensaje como secundarios a los componentes basados

²⁰ Es un modelo de doble procesamiento que describe el cambio de actitud a través del procesamiento persuasivo de la información como consecuencia de cognición alta o baja (es decir, nivel de elaboración), a través de rutas centrales y periféricas de procesamiento determinadas por una etapa crítica de influencia (Petty y Cacioppo, 1986, citados en Lazard y Atkins, 2015).

en texto, y como resultado más probable el que facilite el procesamiento heurístico o periférico, este estudio indica que las señales visuales pueden ser procesadas como elementos centrales del mensaje (Lazard y Atkinson, 2015).

El procesamiento central involucra un pensamiento más elaborado, en el que un individuo evalúa críticamente un mensaje considerando las experiencias y el conocimiento anterior; de manera que las actitudes que se forman de un procesamiento central por lo general son más difíciles de cambiar, puesto que el individuo utilizó varios recursos para alcanzar esta perspectiva (Lazard y Atkinson, 2015).

3.12 Arte y *chartjunk*

Para Gough *et al.* (2015), la visualización de datos no se utiliza exclusivamente para difundir el conocimiento; por ejemplo, la percepción de la visualización puede hacer que la información que el usuario final ya conoce, sea más significativa colocándola en un contexto diferente o desconocido.

El debate sobre las ventajas del minimalismo (de Tufte) o del *embellishment* (de Holmes) ha suscitado una serie de investigaciones al respecto. Algunos estudios encontraron que no había diferencias significativas de preferencia, pero otro encontró que los gráficos *embellecidos* eran más atractivos y memorables para los usuarios, y necesitaron un tiempo más corto para revisar la información en la gráfica al responder las preguntas de comprensión. También afirma que el tiempo extra que los usuarios dedicaron a mirar la decoración adicional no afecta significativamente la rapidez con que los usuarios leen los gráficos (Gough *et al.*, 2015).

Gough y colaboradores (2015) señalan que el **análisis visual** se centra en la visualización de datos para tomadores de decisiones e investigadores primarios, más que para novatos o usuarios no expertos. Combina las fortalezas de la información visual con el razonamiento analítico para ayudar a la toma de decisiones, entendiendo resultados de experimentos y simulación, y mostrando el contenido de las bases de datos.

Por el contrario, la **visualización para no expertos** toma en cuenta la importancia del efecto emocional y la intención del trabajo (no es posible ser neutral o enteramente objetivo). El *análisis visual* presenta datos para exploración y análisis, mientras que la *visualización para no expertos*, como la de Holmes, está dirigida a una audiencia que necesita ser guiada a través de la visualización. En este caso, los diseñadores no tienen una guía específica, excepto recomendaciones tácitas de “buen gusto” (Gough *et al.*, 2015).

Según estos autores, las visualizaciones para no expertos pueden representar y transformar el conocimiento que pasa de la comunidad científica a la comunidad en general, y pueden actuar como un objeto de frontera (un ancla o puente que actúa como una interfaz para comunidades distintas). Carlile (2002, citado en Gough *et al.*, 2015), explica y contrasta tres enfoques de objetos de frontera: sintáctico, semántico y pragmático. El sintáctico crea una sintaxis o lenguaje compartido para que las personas representen sus conocimientos. El semántico proporciona una forma para que los individuos esbocen y aprendan acerca de las diferencias en conocimiento entre diferentes grupos. El objeto frontera pragmático propuesto facilita el proceso de transformación del conocimiento entre individuos de diferentes grupos.

Gough y colaboradores (2015) opinan que la comunicación implica dos actos de traducción, primero de una persona que pone en lenguaje, gesto o medio impreso, y luego la persona receptora que traduce en su mente. Por lo tanto, es crucial que ambas personas compartan algún conocimiento o lenguaje común, ya sea gráfico o textual, para evitar que el mensaje se pierda en la traducción. Hacen alusión a Karl Popper (2005) quien señala: "Recuerda siempre que es imposible hablar de tal manera que no se te pueda malinterpretar: siempre habrá alguien que [lo hará] te malinterpreta", pero diseñar para la información puede ayudar.

Establecer y utilizar un lenguaje común de comprensión, en el contexto de la visualización, es diseñar para lo que estos autores denominan la *estética* de la información. La *estética* en este campo va más allá de la belleza, es un conjunto de metáforas y estilos que se refieren al protocolo de comunicación de la información

y que provocan una experiencia reflexiva en la mente del público (Vande Moere A., 2007, citado en Gough *et al.*, 2015).

Gough y colaboradores proponen las siguientes guías:

- Usar datos precisos: el embellecimiento no reemplaza la credibilidad.
- Conciencia del diseño: el diseño debe enfocarse en las necesidades del usuario (se pueden usar el color, la forma, la tipografía y la interactividad).
- Tener claros la audiencia y el contexto: se puede hacer las preguntas:
¿Cómo beneficia este nuevo conocimiento al usuario? (enfocándose en la necesidad del usuario y contexto) ¿Esta información es relevante o importante? (enfocándose en el mensaje de los datos y el contexto del usuario).
¿A qué puede acceder el usuario por sí mismo? (enfocándose en el mensaje de datos).
¿Qué es inaccesible para el usuario? (enfocándose en el mensaje de datos).
- Presentar información novedosa.

3.13 Enmarcados visuales dominantes en el CC

El estudio de los *enmarcados*, *encuadres* o *marcos* visuales es otro de los enfoques en el estudio de la comunicación del cambio climático (Rebich-Hespanha y Rice, 2016). El enmarcado es el "proceso mediante el cual el énfasis o la construcción de un mensaje afecta la interpretación del receptor" (Shah, McLeod, Gotlieb y Lee, 2009, citados en Rebich-Hespanha y Rice, 2016). El encuadre puede influir en los pensamientos, las actitudes, los afectos y el comportamiento, aunque la mayoría de los efectos se producen mediante la interacción compleja de las características de la audiencia, las características del mensaje y la resonancia con las cogniciones existentes, así como otros factores situacionales y contextuales. Messaris y Abraham (2001, citados en Rebich-Hespanha y Rice, 2016) argumentaron que las representaciones visuales enmarcan un problema al yuxtaponer implícitamente elementos visuales para sugerir una interpretación particular de las relaciones entre las entidades representadas. Ya sea intencionalmente o no, las imágenes como fotografías, mapas, gráficos y dibujos enfocan la atención en aspectos o componentes particulares de un problema.

Según varios autores (Rebich-Hespanha y Rice 2016) ciertas imágenes se han vuelto icónicas (el oso polar varado, el glaciar que se deshace, la chimenea humeante o el gráfico del palo de hockey sobre el aumento reciente de la temperatura media mundial). Estas representaciones icónicas pueden volverse familiares y facilitar la comunicación, pero también pueden volverse insignificantes, o hacer difícil que se vean otras alternativas.

En su investigación, los autores encontraron 15 encuadres dominantes sobre cambio climático en medios impresos en los Estados Unidos (gobierno, política y negociación; ciencia del clima, investigación y científicos; monitoreo y cuantificación; registro de temperatura; alimentos y agricultura, entre otros). Después de analizarlos concluyeron que cada uno de ellos tiene el potencial de influir en el conocimiento relacionado con el cambio climático y de cambiar las actitudes y el comportamiento tanto positiva como negativamente. Por ejemplo, las imágenes de científicos y los diagramas científicos respaldan la idea de que la ciencia es fundamental, sin embargo, el público puede tener dificultades para interactuar con ese tipo de imágenes; además, dependerá también de la confianza que tenga el espectador en la ciencia y en los científicos (Rebich-Hespanha y Rice, 2016).

3.14 Las historias y la empatía

Markowitz y colaboradores (2014) mencionan los resultados de varias investigaciones en la utilización de imágenes para la comunicación del cambio climático: las imágenes de personas o grupos, las caras, los artículos domésticos comunes se encuentran entre las imágenes más memorables, y no las escenas estéticamente agradables como paisajes y fondos naturales (como se esperaría). Los gráficos de barras, los circulares y de dispersión se encuentran entre los menos memorables (puesto que requieren de conocimiento previo y habilidad para leer de manera efectiva; son apropiados para cierto tipo de público). La inclusión de objetos, fotografías, personas, caricaturas y logotipos son más útiles para recordar. Además, se ha encontrado que las historias (tanto reales como de ficción) hacen que los

hechos o datos científicos sean más relevantes, porque pueden aumentar la empatía.

Como hemos visto a lo largo de este capítulo, no existe una sola forma de hacer una infografía o una campaña con infografías, pero diversos autores sugieren algunas pautas generales. Los puntos más recomendados son: considerar el *embellecimiento* visual (metáforas visuales, ilustraciones y otros elementos gráficos decorativos). Aunque se debe tener en cuenta que el embellecimiento no reemplaza la credibilidad de la información. Considerar a los componentes visuales como elementos fundamentales para contar la historia, en lugar de simplemente considerarlos como apoyo al texto o colocarlos como secundarios a él. Tener en cuenta que las historias pueden aumentar la empatía.

Aunque en la investigación de Bateman *et al.* (2010) se utilizaron los dos extremos del diseño (gráficas minimalistas en blanco y negro al estilo de Tufte y gráficas con embellecimiento, de Holmes), se debe tener en cuenta que en la actualidad ya es muy raro o escaso el uso de gráficas en blanco y negro; aunque sean gráficas sin ilustraciones (visualizaciones de datos) es común usarlas en color. Además, de acuerdo con Stephen Few (2011), el embellecimiento no necesariamente es al estilo de Holmes (algunas de sus ilustraciones usadas en el estudio de Bateman pueden parecer excesivas); existe una gran variedad de estilos y formas de embellecer la información. Esa variedad de opciones se puede ver en las publicaciones existentes.

En el siguiente capítulo se hará, primero, un análisis de las infografías encontradas en las páginas electrónicas de algunas instituciones mexicanas, con el objetivo de obtener un panorama de los discursos, los temas y las imágenes que se manejan. Después, como resultado de este trabajo académico, se mostrará una infografía propia que utiliza los elementos del embellecimiento y se esbozará una propuesta teórica de una estrategia de comunicación infográfica para México.

CAPITULO 4

CARACTERÍSTICAS DE LAS INFOGRAFÍAS MEXICANAS SOBRE EL CC

4.1 Ejemplos de infografías de cuatro instituciones mexicanas

Entre los pendientes que hay en la investigación de la comunicación del cambio climático en México está el de recopilar y analizar las infografías publicadas en los medios masivos y las publicadas por las instituciones. Aunque los objetivos del presente trabajo no incluyen un análisis profundo de *todas* las infografías mexicanas (lo extenso de esa investigación amerita un trabajo independiente), se revisaron las infografías de cuatro instituciones mexicanas y se analizó el tipo de discurso, los temas tratados (o subtemas) y las imágenes usadas. Los discursos entendidos como *pesimista*, *optimista pragmático*, *optimista no pragmático*, *cómico nihilista* u otro (Ver Capítulo 2).

La búsqueda se realizó por medio de *Google*®, y se restringió a las páginas electrónicas de las siguientes instituciones mexicanas: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Centro Mario Molina (CMM). El INECC y la SEMARNAT se toman en cuenta por ser las dos principales instituciones nacionales encargadas de los estudios ambientales; la UNAM, por ser la principal universidad del país y tener el Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC), y el CMM porque según la misma página:

Es una asociación civil, independiente y sin fines de lucro, creada en 2004 para dar continuidad y consolidar en México las actividades que durante su vida, el Dr. Mario Molina, Premio Nobel de Química, ha desarrollado. Su propósito es encontrar soluciones prácticas, realistas y de fondo a los problemas relacionados con la protección del medio ambiente, el uso de la energía y la prevención del cambio climático, a fin de fomentar el desarrollo sustentable (CMM, 2018).

En la página del INECC, se buscó “infografías sobre cambio climático” en “todo gob.mx” (si se ingresa a la página de la SEMARNAT es el mismo procedimiento) y en la primera página se encontró el enlace a “Climatízate y descarga las postales sobre los efectos del cambio climático en flora y ANP’S”. Una vez que se accede se encuentra la liga para descargar “los materiales de #PiensasActúas y #Climatízate”. La página tiene 19 materiales con definiciones (glosario); además, seis sobre el aire; seis sobre el agua; seis del clima; cinco sobre adaptación al CC; dos sobre noticias de la COP; dos sobre la ley general de CC; siete sobre definiciones de energía; ocho sobre biodiversidad; cuatro sobre bosques; cinco sobre residuos; y seis de promoción de las acciones del gobierno. En total son 76. De esos materiales, la mayoría (26) son definiciones acompañadas de una imagen (ver ejemplos en la figura 8).



Figura 8. Ejemplo 1. Materiales con una definición y una imagen (Página del INECC, 2018).

El formato del resto de las infografías se basa en breves descripciones y/o definiciones o citas de datos. Los discursos se podrían definir en general –y no sin

dificultad- como “optimistas pragmáticos”, y las “soluciones” son descripciones breves de las acciones del gobierno (Ver ejemplo en Figura 9).

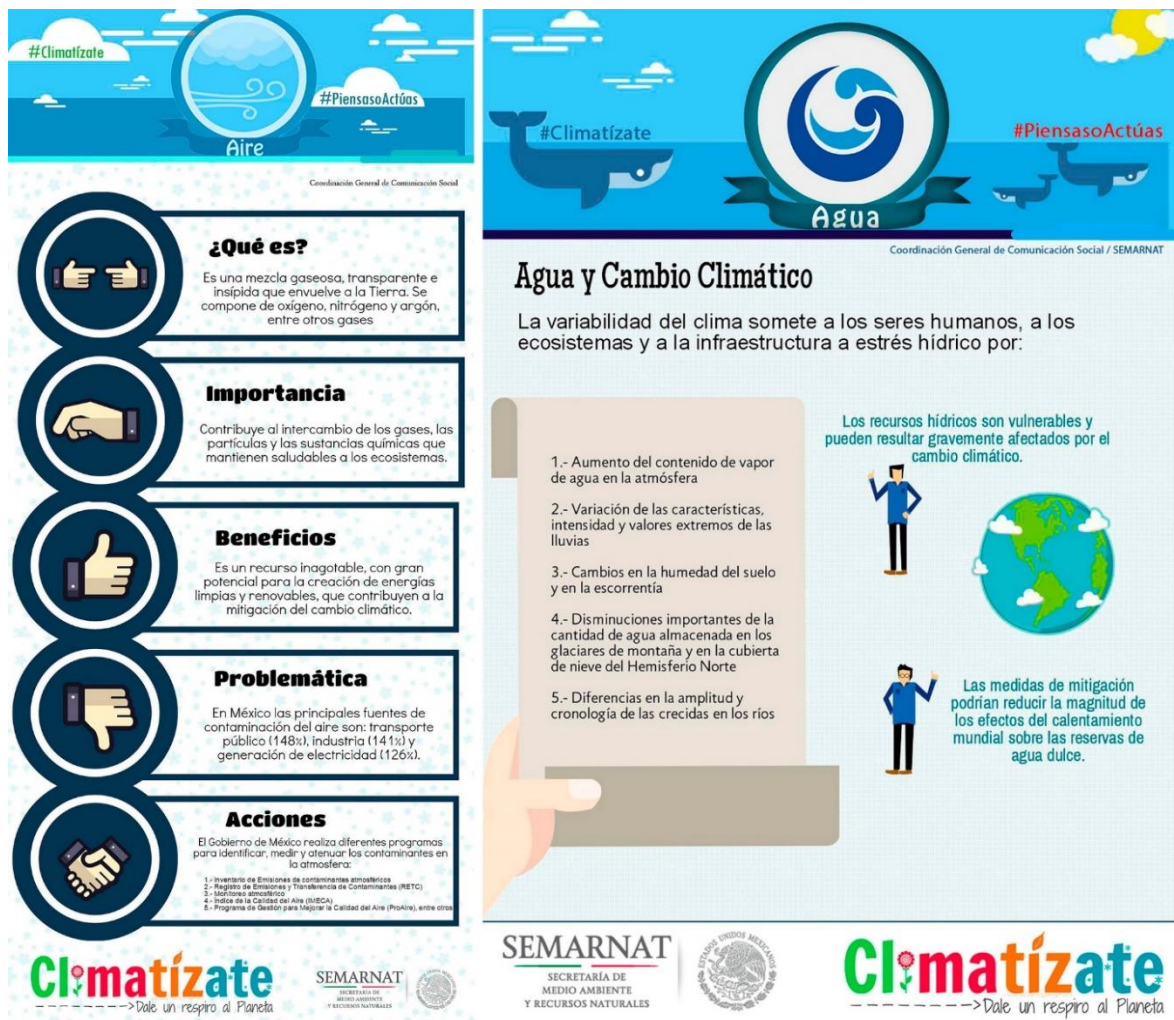


Figura 9. Ejemplo 2. Infografías con más de una definición y más de una imagen (Página del INECC, 2018).

En cuanto a los temas, las seis del aire tratan los siguientes variantes: Qué es [el aire] y su importancia; Fuentes naturales; Fuentes puntuales; Fuentes móviles; Efectos de la contaminación; Importancia de la energía eólica. En las del agua: Qué es y su importancia; Distribución en el cuerpo humano; Clasificación ecológica del agua; Distribución mundial; Reservas de agua dulce en el mundo; Agua y cambio climático. Las del clima: Qué es y su importancia; Variabilidad del clima; Fenómenos climáticos extremos; Fenómenos climáticos; Breve descripción de las acciones de

las instituciones mexicanas ante el CC; Funciones del Servicio Meteorológico Nacional; Importancia de adaptarse al CC. Las de biodiversidad: Qué es y su importancia; Servicios ambientales; Variabilidad climática; ¿Dónde somos más vulnerables?; Impactos del cc en los mares y océanos; Áreas Naturales Protegidas y cc; Impacto del cc en la flora; CC y fauna. Las de bosques: Qué son y su importancia; Los bosques como sumideros de carbono; Los bosques y el Programa REDD+ (mitigación); Servicios ambientales de los bosques. De las de residuos: Qué son e importancia; Beneficios del reciclaje; ¿Lo quieres o lo necesitas?; Usos del plástico; Programas de manejo –nacionales- y reflexiones –de uso y manejo-.

Las imágenes usadas son pequeñas representaciones sintéticas (entendiendo *sintéticas* como lo opuesto a *realistas*); iconos del Sol, de la Tierra, de nubes, de árboles, figuras humanas, siluetas de ciudades, de termómetros y otras. Como ejemplo se puede ver la Figura 10, y los anteriores ejemplos.

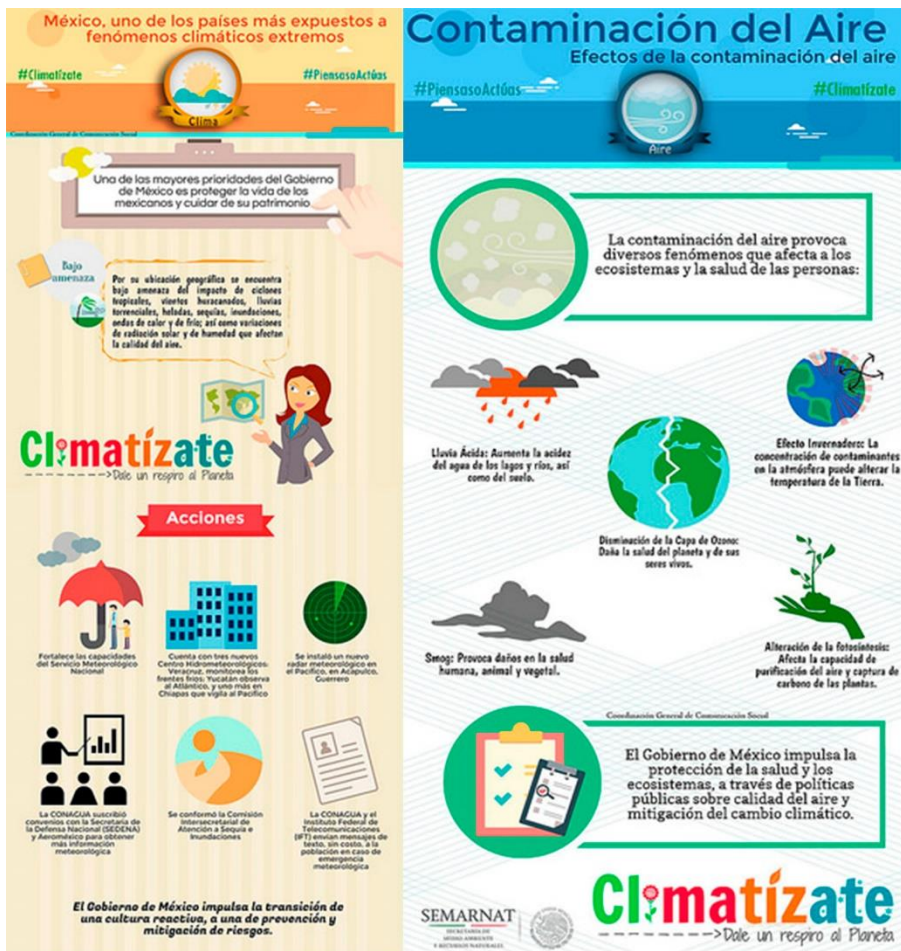


Figura 10. Ejemplo de las imágenes usadas en la mayoría de las infografías (Página del INECC, 2018).

En el caso de la UNAM, tanto en ciencia.unam.mx como en www.unamenlinea.unam sólo aparece la infografía “Cambio climático ¿cómo afecta?”, publicada el 09/01/2018. La búsqueda se hizo varias veces con diferentes combinaciones de palabras en *Google*. La infografía tiene como tema general los riesgos; menciona algunas cifras de la última década: número de desastres, de personas fallecidas, de afectados y de millones de dólares en pérdidas materiales. Menciona el aumento del nivel del mar y de temperatura (Ver Figura 11). El discurso se puede definir como pesimista (utiliza la frase ¡Aumento alarmante!), y no ofrece información de estrategias de mitigación o adaptación. La imagen es de una población costera inundada (tres casas, un auto flotando y un señor con su perro en un techo).

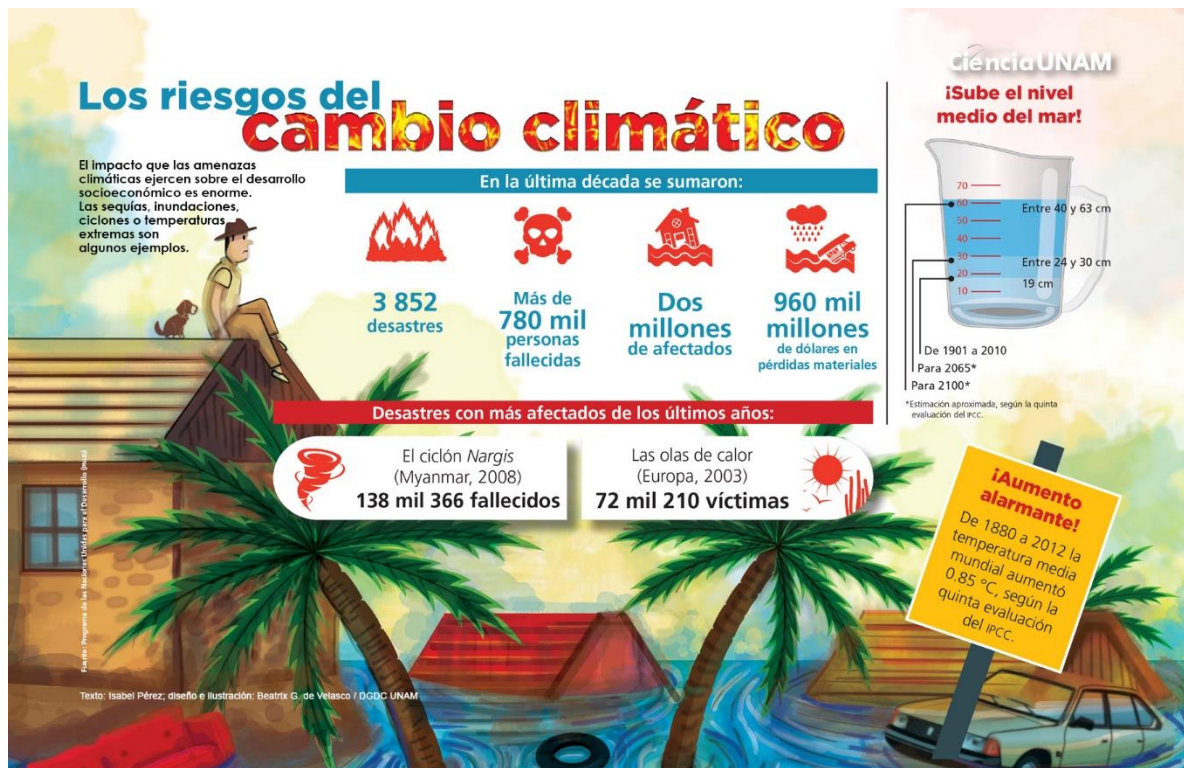


Figura 11. Infografía publicada en la página de ciencia.unam.mx (2018).

En la página del Centro Mario Molina si se busca “infografías” no hay ningún resultado (aparece una cita del Dr. Molina), pero en el inicio de la página están cinco cuadros (menús) que indican los programas del centro. En la ventana de *Educación* están disponibles siete libros que forman parte del programa de educación en cambio climático que propone el centro. Cinco ejemplares son para secundaria (tres para alumnos y dos para profesores) y dos para bachillerato (libro del estudiante y manual del docente). Solo los libros para estudiantes tienen infografías y algunas de ellas se repiten en los libros de ambos grados. El contenido de las infografías es variado, y se enfoca en explicar los fenómenos naturales (ciclo del carbono, ciclo del agua, atmósfera, clima, tiempo, efecto invernadero, etc.)

Las imágenes incluidas varían entre fotografías, mapas, gráficas y esquemas. Hay una fotografía de un modelo de la Tierra envuelta por manos humanas (imagen muy común), hay fotos del mar, de glaciares, del Sol, de la Tierra. Gráficas de la composición química de la atmósfera, del aumento de temperatura, de la radiación electromagnética. Hay esquemas del efecto invernadero, del aumento de la temperatura en el planeta, del balance energético del planeta.

Ver ejemplo en Figura 12. Las infografías no son materiales independientes, están dentro de textos diseñados para cursos de la educación formal (química y física), y la estrategia propuesta por el CMM indica el seguimiento de los profesores/as. Se puede decir que el discurso es “neutral” o científico, pero los textos que las acompañan y las prácticas que se proponen realizar en el salón de clases le confieren otros discursos (optimistas pragmáticos y a largo plazo –esto último relacionado a una formación científica que propone el centro-).

A Glosario

Conducción. Es la transferencia de energía por contacto de dos cuerpos (por ejemplo tocando una olla caliente).

Convección. Es la transferencia de energía en un líquido o gas, donde la parte más caliente se mezcla con el resto calentándolo todo.

Luz visible. Se denomina a la radiación electromagnética que se encuentra en la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir.

Radiación electromagnética. Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. Puede manifestarse de diversas maneras como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

Radiación infrarroja. También conocida como radiación térmica o radiación IR es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible. Es la radiación emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor a 0 °Kelvin.

Radiación ultravioleta. Es la radiación cuya longitud de onda es menor que la de la luz visible, pero mayor que la de los rayos X. La fuente más habitual de radiación ultravioleta es el Sol, aunque también se puede producir artificialmente mediante lámparas UV.

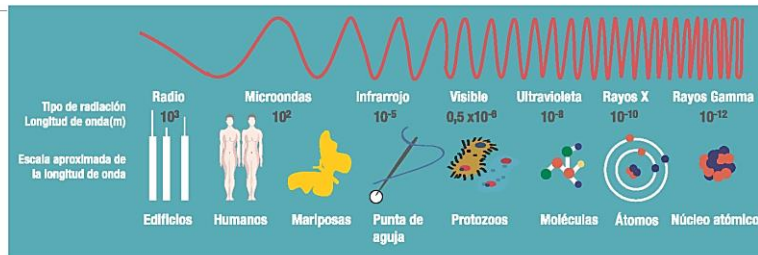


Figura 1.4. Tipos de radiación y escalas aproximadas de longitud de onda

Actividad experimental

Título: Dime el color y te diré la temperatura

Tiempo de realización: 60 minutos

Forma de trabajo: equipo de cuatro estudiantes

¿Qué aprenderé?

La absorción de luz visible de un objeto depende de su color y de la intensidad de la radiación que recibe.

¿Qué necesito?

- Dos hojas de cartoncillo, una blanca y una negra
- Cinta adhesiva o pegamento
- Dos termómetros ambientales
- Luz solar
- Papel para graficar
- Reloj con segundero

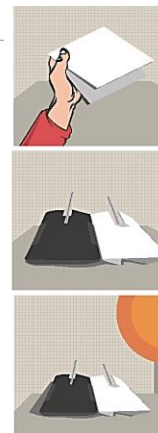


Figura 1.5. Ilustración del experimento

Figura 12. Ejemplo de infografía del libro de texto del CMM (2018).

Cabe mencionar que el personal del Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) de la UNAM me proporcionó 11 infografías publicadas en el Facebook de la Red Universitaria sobre Cambio Climático (REDUCC). De las 11 infografías tres se basan en breves descripciones, el tema de la primera es sobre los efectos del cambio climático en México y la segunda es sobre las acciones para reducir el consumo de agua. La tercera es sobre las acciones que reducen los efectos del cambio climático. Las imágenes que utilizan son pequeñas representaciones sintéticas, por ejemplo de nube, luna, termómetro y mapa de México; bolsa, llave de agua, manguera, tina de baño, un ojo, un corazón. La primera infografía tiene un discurso neutral, mientras que los de la segunda y la tercera puede decirse que son optimista pragmático de las pequeñas acciones. Tres

de los materiales son biografías de Corinne Le Quéré, Charles David Keeling y Milutin Milankovitch. Las imágenes son fotografías de los personajes, industrias con chimeneas humeantes, la Curva de Keeling y un esquema sobre los movimientos de la Tierra. El discurso es neutral. Siete de los materiales son efemérides con breves descripciones; los temas: Día mundial de la alimentación, día mundial de la medicina natural, día del biólogo en México, día de la educación ambiental, día mundial por la reducción de las emisiones de CO₂, día de la amazonia ecuatoriana, día del oso polar. Las imágenes son sintéticas, de la Tierra, plantas, frutas, libros, árboles y el oso polar sobre el pedazo de hielo. Su discurso es neutral. Las dos últimas infografías son breves descripciones del daño a los arrecifes de coral y sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en México. Las imágenes son fotos de coral y de industrias con chimeneas humeantes. Su discurso se puede calificar como neutral.



Figura 13. Ejemplos de infografías publicadas en el Facebook de la REDUCC (2019).

En noviembre de 2018 se presentó la página oficial *México ante el cambio climático* (las instituciones que se presentan en la página son la SEMARNAT, INECC e INEGI), y de acuerdo con la página electrónica:

México ante el cambio climático alberga información y herramientas técnicas, normativas y de difusión generadas por los diferentes integrantes del SINACC con el fin de apoyar tanto la toma de decisiones como la investigación científica,

y generar una cultura climática en la sociedad (México ante el cambio climático, 2019).

Si se escribe la palabra “infografías” en el buscador de la página, no da ningún resultado. Si se escribe “infografía” aparece sólo una, titulada precisamente “¿Qué es el cambio climático?” En el inicio de la página se pueden ver varias secciones: noticias, estados y municipio, cultura climática, herramientas, biblioteca y agenda. Es en la sección de cultura climática donde se muestra la infografía mencionada antes y otra sobre los gases de efecto invernadero (que además es parte de la infografía anterior). Si se da *click* a esta última nos lleva a una nueva sección en la que se da información básica sobre el cambio climático (básicamente la misma que se encuentra en la infografía encontrada al principio y se muestra un video corto también sobre “¿Qué es el cambio climático?”).

La tercera imagen que muestra la sección de cultura climática conduce a una parte que explica el proyecto de comunicación y divulgación *El Cambio Climático de Frente*, una plataforma interactiva realizada por la SEMARNAT, el INECC la Secretaría de Relaciones Exteriores, la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo, el Museo Interactivo de Economía y la Cooperación Española. En esta plataforma se puede encontrar material visual como videos, infografías (material “estático”) y material interactivo; con cuatro secciones, cada una con varios temas: ¿Qué hay que saber?, ¿Cómo nos afecta?, ¿Qué podemos hacer? Y Biblioteca de recursos. La información que se puede encontrar en esta plataforma es lo suficientemente extensa como para saturarse, si se ve toda de una sola vez (yo me pasé explorando el material por dos horas seguidas y apenas obtuve un panorama). Los temas son variados: científicos (el sistema climático, ecosistemas, fenómenos hidrometeorológicos y otros), adaptación y mitigación, condiciones en México por estado y medida del impacto personal. En cuanto al discurso se puede decir que en general es neutral, pero tiene rasgos de optimista pragmático. La mayoría de las imágenes son bloques compuestos con figuras humanas, edificios, animales, árboles y paisajes, todas sintéticas (no realistas) y

en la paleta de colores usados predominan el amarillo, el rojo y las variaciones de azul y verde. Aunque al inicio de la plataforma las imágenes son atractivas, al avanzar pueden parecer repetitivas y dificultar la comprensión de los temas particulares.



Figura 14. Ejemplo de las imágenes de la plataforma El Cambio Climático de Frente (2019)

ACCIONES DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

TÚ

La adaptación y mitigación son estrategias para hacer frente al cambio climático. Éstas nos ayudan a fortalecer nuestra capacidad de adaptación ante las condiciones cambiantes y a contribuir con acciones puntuales a la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Conoce algunas medidas que podemos llevar a cabo para organizarnos y ser más responsables.

| | | |
|---|---|--|
| <p>ENERGÍA</p>  <p>Identifica tus oportunidades de ahorro de energía e implementa medidas de ahorro como equipos de mayor eficiencia energética y usa energías alternativas como la solar o el biogás.</p> | <p>MOVILIDAD</p>  <p>Elige los medios de transporte más amigables con el medio ambiente como caminar, la bicicleta o el transporte público y si necesitas usar el carro, procura compartirlo.</p> | <p>GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS</p>  <p>Disminuye la generación de residuos y sepáralos en orgánicos, inorgánicos y reciclables. Utiliza la menor cantidad de plásticos desechables y busca los centros de acopio de tu localidad.</p> |
| <p>CUIDADO DE ECOSISTEMAS</p>  <p>Identifica cuáles son los ecosistemas que pertenecen a tu región y asegúrate de llevar a cabo acciones que los protejan como visitar las áreas naturales de forma responsable y no introducir especies invasoras.</p> | <p>AGUA</p>  <p>Lleva a cabo acciones que permitan disminuir tu consumo de agua como abrir la llave el menor tiempo posible, poner una cubeta debajo de ti mientras te duchas, coleccionar el agua en la bañera para tareas como limpiar, bañar o lavar el patio o captar el agua de lluvia para disminuir la demanda a la red pública.</p> | <p>SALUD</p>  <p>Infórmate sobre los riesgos que corre tu salud debido al cambio climático consultando fuentes confiables.</p> |
| <p>SEGURIDAD ALIMENTARIA</p>  <p>Adopta hábitos de consumo responsable como comprar productos locales y de temporada, tener un huerto en casa y no desperdiciar alimento.</p> | <p>PLANEACIÓN</p>  <p>Conoce los planes de protección civil que existen en tu comunidad y asegúrate de que se realicen ejercicios o simulacros para actuar en caso de eventos extremos relacionados con el clima.</p> | <p>ORGANIZACIÓN SOCIAL</p>  <p>Participa en grupos u organizaciones para incidir en las políticas públicas relacionadas al medio ambiente y al cambio climático.</p> |
| <p>EDUCACIÓN</p>  <p>Desarrolla capacidades que te permitan ser corresponsable de las soluciones y estrategias para enfrentar el cambio climático.</p> | <p>INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</p>  <p>Conoce las evidencias científicas de las causas y efectos del cambio climático para tener una opinión informada sobre este fenómeno.</p> | |

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA



INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

SRE
SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES



AMEXCID
AGENCIA MEXICANA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO



Cooperación Española

mid e
MEXICANO INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

Este material se elaboró en el marco del proyecto Comunicación y Divulgación Científica en materia de Cambio Climático, gracias a la colaboración de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, el Fedecismo del Espacio Cultural y Educativo Berlimtas / Museo Interactivo de Economía y la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo de la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Para mayor información consultar la página <http://elcambioclimaticodelente.inecc.gob.mx>

Figura 15. Ejemplo de infografía de la plataforma El Cambio Climático de Frente (2019).

Los materiales publicados en los sitios que se revisaron pueden ser útiles o no, dependiendo de la persona que los consulte (sus necesidades y objetivos, sus conocimientos previos); sin embargo, de acuerdo con los estudios comentados a lo largo del capítulo anterior, podemos decir que en los materiales mexicanos revisados para este trabajo se mezclan los discursos y no se profundiza en las propuestas de mitigación y adaptación. Es decir, en la mayoría no se destaca la urgencia de la situación ni se insiste en ello, tampoco se discuten los diversos acontecimientos coyunturales, que deben abordarse y comunicarse. Dicho de otro modo, se necesita una comunicación infográfica permanente que aborde con más detalle la información que se sigue generando y los acontecimientos coyunturales relacionados.

La plataforma El Cambio Climático de Frente es el lugar (de los sitios revisados) en el que se encuentra reunido más material visual sobre cambio climático. La persona que accede al sitio puede explorar durante varias horas o días, para revisar con detenimiento los materiales presentados. Si bien la información es variada y se puede reconocer que abarca desde la formación de la Tierra hasta las condiciones (actuales y a futuro) de México y sus estados, se debe decir que no deja de ser información básica de cada uno de los temas tratados.

4.2 Propuesta teórica de estrategia de comunicación infográfica sobre el cambio climático en México

- De acuerdo con la información discutida a lo largo de este trabajo, se puede afirmar que un proyecto nacional de comunicación infográfica sobre cambio climático debe ser permanente y con información científica de calidad; también debe atender los estudios de percepción social. La información científica es extensa y se seguirá generando; será imprescindible para abordar los diversos proyectos sociales y/o de infraestructura que se

contemplan. En relación a los diversos modelos de comunicación de la ciencia propuestos se asume la postura de Brian Trench (2008): en la práctica se puede ir de un enfoque a otro, ya que pueden ser complementarios.

- La comunicación puede y debe ser persuasiva, aunque ese nivel de persuasión puede variar tanto en el contenido (que el comunicador le imprima consciente o inconscientemente) como en la percepción de cada receptor. Las imágenes son el primer paso para atraer la atención del receptor del mensaje; ese es un primer nivel de persuasión. Otros niveles dependerán del tema (o subtemas) tratado, del estilo de la redacción y de la utilización de las imágenes con respecto al texto. Es imprescindible que el/la infografista posea un buen nivel de conocimientos de los temas a tratar (no sólo de diseño gráfico), y para ello deberá formarse individualmente, pero también es importante y necesario colaborar con los investigadores de cada área.
- Es necesario generar una página electrónica (o muchas) dedicada a la comunicación infográfica del cambio climático para facilitar la búsqueda de información. Se debe construir la credibilidad del sitio, de manera que sirva como fuente confiable de información. También es necesario usar las diversas redes sociales.

Aunque desde el capítulo anterior se aceptó que una infografía puede ser un diseño muy simple o uno muy complicado, también hemos visto, a lo largo de este trabajo, que el cambio climático y los otros problemas ambientales son fenómenos muy complejos. Así, las infografías simples, con poca información tanto escrita como visual tendrán, en general, poco impacto en el receptor. ¿Qué impacto puede tener una infografía con poca información, con imágenes relegadas a segundo plano y además publicada sola, aislada de información que la complemente?

Es muy difícil que una sola infografía sea capaz de inducir cambios en el comportamiento de muchas personas al mismo tiempo, pero una campaña de comunicación visual permanente y de calidad puede contribuir a la acción social,

siempre y cuando se den otros estímulos (como protestas, proyectos sociales concretos, políticas públicas, otras campañas de comunicación). La comunicación infográfica de calidad debe ser un elemento importante en las estrategias para enfrentar el cambio climático.

A continuación presento dos ejemplos propios de infografía. La primera es una infografía construida con un estilo que es común encontrar (las imágenes sirven para acompañar el texto, pero no juegan un papel principal en el discurso); después presento mi propuesta *embellecida*, para que se aprecie mejor la diferencia y la propuesta del presente trabajo.

4.3 Resultado de la Tesis: Propuesta infográfica propia y su explicación

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CIUDADES

En la actualidad, la mayoría de la población mundial vive en zonas urbanas, porque en ellas se producen bienes, servicios, infraestructura y conocimiento. Sin embargo, la urbanización ejerce una sobreexplotación en el ambiente natural y provoca su degradación. Las zonas urbanas requieren gran cantidad de agua, energía y alimentos, y dependen de zonas rurales para poder existir. Son espacios vulnerables que pueden colapsar por ausencia de servicios, pero también en ellas se pueden promover soluciones de gran alcance.

A fuego lento

Las grandes ciudades, de derecha a izquierda, en combinación con el calentamiento global (que es parte del cambio climático), han causado un efecto llamado 'Isla de calor' en el que se forma una especie de burbuja de aire caliente sobre la ciudad. Los materiales de construcción como el hormón, el concreto, el cemento y las mezclas asfálticas, entre otros, se calientan fácilmente o acumulan calor.



México es muy vulnerable al CC por sus características

Características sociales

Los aumentos en la población durante el siglo 20 llevaron a países como México a permitir asentamientos humanos en zonas de alto riesgo. Hay poblaciones en costas, barrancas, cañadas y otros equivalentes a hundirnos, lluvias intensas e inundaciones.

La economía mexicana se debilitó en gran medida informal. La mayoría vive en la pobreza.

En las ciudades se producen contaminantes 75%.

Características geográficas

La gran extensión de sus costas y su ubicación entre latitudes templadas y tropicales provocan fenómenos más frecuentes y más destructivos como El Niño. El fenómeno conocido como El Niño.



Falta investigación

En las ciudades se producen la mayor contaminación: medicinas, plaguicidas, pesticidas, residuos de guerra, educación para la sustentabilidad y sobre la corrupción.

Las Importaciones de alimentos han crecido, incluyendo maíz y frijol, porque la producción nacional carece de apoyo y depende, en gran medida, de agua de lluvia.

En las ciudades viven 3 de cada 4 mexicanos.

En las ciudades se producen la mayor contaminación: medicinas, plaguicidas, pesticidas, residuos de guerra, educación para la sustentabilidad y sobre la corrupción.

En las ciudades se producen la mayor contaminación: medicinas, plaguicidas, pesticidas, residuos de guerra, educación para la sustentabilidad y sobre la corrupción.

En las ciudades se producen la mayor contaminación: medicinas, plaguicidas, pesticidas, residuos de guerra, educación para la sustentabilidad y sobre la corrupción.

En las ciudades se producen la mayor contaminación: medicinas, plaguicidas, pesticidas, residuos de guerra, educación para la sustentabilidad y sobre la corrupción.

ALGUNOS CAMBIOS EN MÉXICO

En los próximos treinta años se esperan...

La temperatura promedio ya aumentó 0.85 °C y se espera que aumentará de 2 a 2.5 °C en el norte y de 1.5 a 2 °C en el resto del país. La intensidad de los huracanes también va a aumentar y se espera que aumentará. La disponibilidad de agua ha disminuido y disminuirá entre el 10 y el 20% en el país.

¿QUÉ PASA EN LA CIUDAD DE MÉXICO?

En algunos lugares aumentó la temperatura promedio: de 14 °C que se registraron a principio de siglo se han registrado 18 °C en la actualidad. También ocurre el doble de aguaceros en algunas partes. Asimismo, se han registrado más noches cálidas y menos días fríos.

En México existe una Ley General de Cambio Climático, una Estrategia Nacional de Cambio Climático y otros programas. A nivel mundial está El Acuerdo de París, que tiene como objetivo disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el aumento de la temperatura global a 1.5 °C para el año 2030.

EN LA ACTUALIDAD NO EXISTE UNA SOLUCIÓN FÁCIL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Las ciudades se asientan en sitios que tienen dinámicas naturales propias (ecosistemas), gracias a las cuales obtenemos los diferentes beneficios (los ecosistémicos), como el clima, el agua, los tipos de suelos y lo que puede producirse en ellos.



Los desastres NO son naturales. Los impactos de los fenómenos naturales son resultado de lo que los humanos hacemos o dejamos de hacer y de la manera en que nosotros los gobiernos utilizamos el término "desastre natural" para culpar a la naturaleza y excluir sus responsabilidades.

EL CAMBIO CLIMÁTICO ANTRÓPOGÉNICO

Nuestro planeta tiene una edad aproximada de 4 500 millones de años. Aunque el clima terrestre ha variado a lo largo de ese tiempo de manera natural, esos cambios se dieron en miles y millones de años. El cambio climático actual lo provocamos los humanos en solo 169 años. Ese cambio empezó desde la Revolución Industrial de 1850.



Debemos construir ciudades sostenibles: que permitan a sus ciudadanos satisfacer sus necesidades y mejorar su bienestar sin dañar el entorno natural. No poner en peligro las condiciones de vida de otras personas, tanto en el presente como en el futuro.

ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN PARA ENFRENTAR EL CC

Individuales

Por ejemplo podemos optimizar nuestro consumo de agua y energía (electricidad y combustibles). Usar más transporte público y bicicleta. Cambiar y mejorar nuestra forma de alimentación, (por ejemplo, consumir más productos locales, en lugar de importados), Revalorar y respetar a la naturaleza (porque somos parte de ella). Buscar información confiable y clara, y participar en las decisiones. Entre otros.

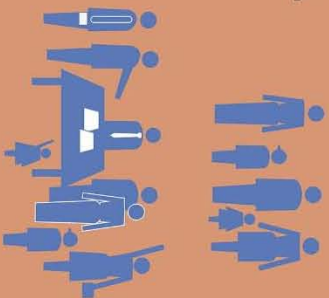
Bueno para empezar

Colectivos
Compartir información confiable y organizarnos con otros para multiplicar las acciones individuales. Formaríamos las bases para dar el siguiente paso

Colectivas y de exigencia

Compartir información confiable, organizarlos con otros para multiplicar las acciones individuales, y además exigir a los gobiernos programas y proyectos sustentables, como el impulso a las tecnologías menos contaminantes y la recuperación de los ecosistemas naturales.

Podríamos minimizar los efectos del CC y construir un mundo mejor



EL CAMBIO CLIMÁTICO ES UN PROBLEMA AMBIENTAL, POLÍTICO Y ÉTICO. CUANTO MÁS PERTURBEMOS EL CLIMA, LOS IMPACTOS SERÁN MÁS SEVEROS, PENETRANTES E IRREVERSIBLES.

Figura 16. Ejemplo de infografía en la que las imágenes juegan un papel secundario. Elaboración propia.

EL CAMBIO CLIMÁTICO (CC) EN LAS CIUDADES ¿AMENAZA Y OPORTUNIDAD?

En la actualidad, la mayoría de la población mundial vive en zonas urbanas, porque en ellas se producen bienes, servicios, infraestructura y conocimiento. Sin embargo, la urbanización ejerce una sobreexplotación en el ambiente natural y provoca su degradación. Las zonas urbanas requieren gran cantidad de agua, energía y alimentos, y dependen de zonas rurales para poder existir; son espacios vulnerables que pueden colapsar por ausencia de servicios, pero también en ellas se pueden promover soluciones de gran alcance.

México es:
 - una de las ciudades más vulnerables al cambio climático por sus características geográficas y sociales.

A fuego lento
 Las construcciones de estas ciudades, en comparación con el espacio rural, usualmente se hacen con cemento, que genera grandes cantidades de CO₂. El uso de materiales de construcción como el cemento, el hierro y los plásticos contribuyen, entre otros, a que las ciudades se calienten más rápido que el campo.

Características sociales

El estrato 2 es la población humana más vulnerable al cambio climático. Se concentra en zonas de alta pobreza, alta población en centros urbanos, ciudades y zonas marginales a las zonas urbanas, donde las condiciones de vida son más precarias.

La mayoría vive en la pobreza. La mayoría vive en la pobreza.

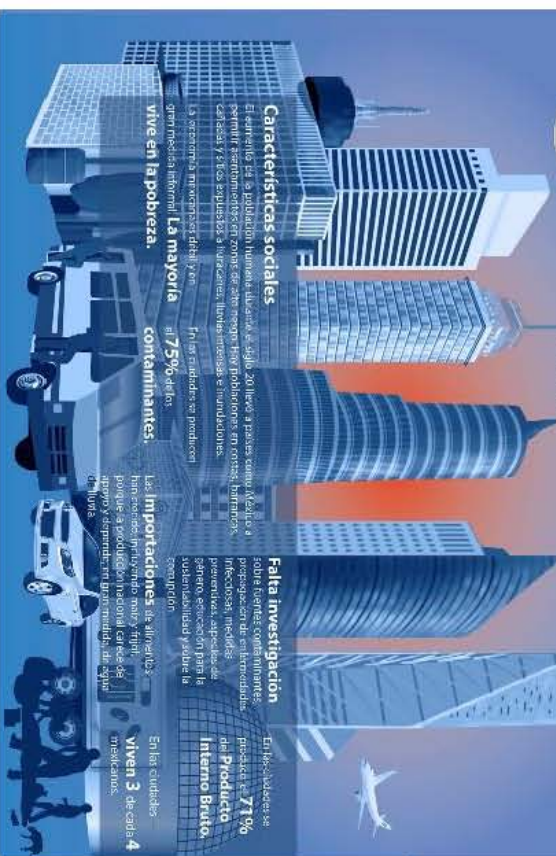
En las ciudades se producen contaminantes.

Las importaciones de alimentos por parte de las ciudades contribuyen a reducir la producción local.

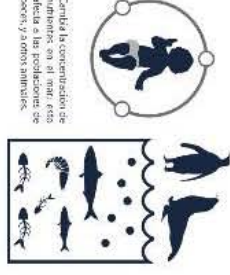
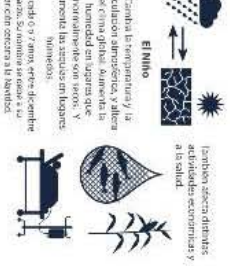
En las ciudades viven 3 de cada 4 mexicanos.

Falta investigación

Sobre el tema de contaminación, se necesitan más estudios y datos para poder tomar decisiones más acertadas.



Características geográficas
 La gran extensión de sus costas y su ubicación entre mares, los ríos y las zonas urbanas, hacen que México sea una de las ciudades más vulnerables al cambio climático. El fenómeno conocido como El Niño.



ALGUNOS CAMBIOS EN MÉXICO

- Actualidad: 2 a 2.5 °C en el norte
- Proyección: 1.5 a 2 °C por el país
- Temperatura promedio: 18 °C
- Proyección: 14 °C

ALGUNOS CAMBIOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

- En algunas zonas de la ciudad aumentó la temperatura promedio
- Proyección: 14 °C
- Actualidad: 18 °C

Se proyecta un aumento de la temperatura promedio de 1.5 a 2 °C por el país.

EN LA ACTUALIDAD NO EXISTE UNA SOLUCIÓN FÁCIL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

A nivel mundial está el Acuerdo de París, que tiene como objetivo disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el aumento de la temperatura global a 1.5 °C para el año 2030.

En México existe una Ley General de Cambio Climático, una Estrategia Nacional de Cambio Climático y otros programas.

La buena noticia
 Los mexicanos ya estamos haciendo cosas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La mala noticia
 Los cambios de temperatura y los fenómenos meteorológicos extremos siguen afectando a México.

Las ciudades se asientan en zonas vulnerables

En las ciudades se asientan en zonas vulnerables. Esto hace que las ciudades sean más susceptibles a los impactos del cambio climático.

ACCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN PARA ENFRENTAR EL CC

Individuales: Optimizar el consumo de agua y energía, reciclar, usar más transporte público y bicicleta.

Colectivas: Crear redes de apoyo mutuo, promover el uso de energías renovables, participar en actividades comunitarias.

Políticas: Promover la construcción sostenible, mejorar la eficiencia energética de los edificios, crear espacios verdes.

Los desastres NO son naturales

Los impactos de los fenómenos naturales son resultado de lo que los humanos hacemos o dejamos de hacer, y de la forma en que los gobiernos utilizan el territorio. Desastres naturales se convierten en desastres por nuestra responsabilidad.

El cambio climático actual lo provocamos los humanos en solo 169 años.

Debemos construir ciudades sostenibles: que permitan a sus ciudadanos satisfacer sus necesidades y mejorar su bienestar sin dañar el entorno natural, ni poner en peligro las condiciones de vida de otras personas, tanto en el presente como en el futuro.

Individuales

- Optimizar el consumo de agua y energía.
- Reciclar.
- Usar más transporte público y bicicleta.

Colectivas

- Crear redes de apoyo mutuo.
- Promover el uso de energías renovables.
- Participar en actividades comunitarias.

Políticas

- Promover la construcción sostenible.
- Mejorar la eficiencia energética de los edificios.
- Crear espacios verdes.

Figura 17. Ejemplo de infografía en donde las imágenes sí juegan un papel importante en el discurso. Elaboración propia

La información escrita es básicamente la misma en ambas infografías, sólo se hicieron pequeños cambios de redacción. En el caso de las imágenes, se puede observar que, aunque se utilizaron las mismas en algunas partes, su significado varía considerablemente. En el ejemplo de la Figura 16 las imágenes juegan un papel secundario, decorativo.

Para la construcción de estas infografías se tomó en cuenta el trabajo de Calixto Flores (2018) sobre las representaciones sociales del cambio climático, realizada con 105 estudiantes de las licenciaturas de Administración de la Educación, Educación Indígena, Pedagogía, Psicología Educativa y Sociología de la Educación, de la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad Ajusco, México.

Calixto Flores (2018) encontró que los estudiantes universitarios mostraron más conocimiento de los efectos del cambio climático que de las causas. Algunos atribuyen el origen sólo a causas naturales, pero desconocen la mayoría de los procesos naturales involucrados. Los estudiantes manifiestan una preocupación por las condiciones actuales y futuras del planeta, pero también coinciden en que predomina una falta de credibilidad en las acciones que se realizan al respecto (mencionan la corrupción). La toma de conciencia por medio de la educación es una de las vías que los estudiantes reconocen como relevantes para incidir sobre el CC. También hacen referencia a las emociones y valoraciones de carácter negativo y a las imágenes pesimistas o de “fatalidad” que suelen llevar a la inactividad o al desinterés. Los estudiantes poseen una idea de lo que es el cambio climático y aceptan que representa un problema, pero es necesario proporcionarles más información sobre los procesos naturales y aspectos sobre la política y la gestión ambiental.

La infografía de la Figura 17 es la que contiene metáforas, ilustraciones y otros elementos decorativos (embellecimiento), que intentan darle al lenguaje visual un papel principal en el discurso. Esta infografía se divide en las siguientes partes:

1. Una parte introductoria con el título y dos párrafos principales. El tema es el del cambio climático en las ciudades, precisamente porque la mayoría de la población mundial vive en ellas, y en ellas se produce la mayor cantidad de los gases de efecto

invernadero. Además, por sus características, las ciudades pueden ser grandes transformadoras sociales y ambientales.

La imagen que acompaña esta sección es un entorno urbano mexicano, con algunos de los principales edificios ciudadanos mexicanos, dos casas de tabiques y láminas (que intenta mostrar el contraste socioeconómico urbano), y algunos vehículos representativos: un microbús *chilango* lleno de gente, un camión de carga (que muestra la cotidianidad de las importaciones) y un auto particular. En la esquina inferior derecha se encuentran una mujer, un hombre, un niño y un perro buscando en un montón de basura, como siluetas en tono oscuro. En la parte superior de los edificios se muestra un tono rojizo que representa la “Isla de calor”. La intención de esta imagen es por un lado, ofrecer contenido estético, y por otro ofrecer una imagen que contenga elementos familiares para los mexicanos: se pueden apreciar edificios emblemáticos de la Ciudad de México (El World Trade Center, la Torre Latinoamericana, la Torre Mayor y la Torre Reforma) y de Guadalajara (Hotel Riu y Torre Icon 23). Del lado izquierdo de esta primera imagen se destaca en un círculo que México es vulnerable por sus características sociales y geográficas. El estilo de esta ilustración citadina es realista y seria; es una de las dos imágenes principales de toda la infografía.

Precisamente para acompañar los elementos de esta imagen principal, en la parte inferior se añade el texto que describe las características sociales de México, que lo hacen un país vulnerable. En seguida, en el extremo inferior izquierdo de la infografía, se coloca una serie de imágenes que acompañan la descripción de las características geográficas. Aunque es una parte independiente también complementa la imagen urbana antes descrita. En esta parte algunas imágenes son realistas sintéticas (siluetas realistas), y otras mucho más sintéticas. En estas se incluye la silueta del niño Dios típico mexicano, puesto que el fenómeno océano-atmosférico mencionado debe su nombre a su ocurrencia en la época navideña.

2. En la parte superior derecha de la infografía se encuentran tres subsecciones: en la primera, con ilustraciones sintéticas, algunos cambios ya registrados en nuestro

país, y los cambios que podrían suceder en las próximas décadas. La variación del tamaño y número en las imágenes se usa para destacar esos cambios.

En la segunda subsección está representado un concepto importante que todavía se comunica en los medios masivos, de manera incorrecta, y que no he visto en ninguna infografía sobre cambio climático en México: el de la naturaleza social de los desastres, en contraposición con *lo natural* de los impactos de los fenómenos naturales. Este concepto introduce uno de los puntos importantes de la infografía: que depende de nosotros si vemos sólo amenazas o también oportunidades. La ilustración acompañante es de estilo sintético y menos solemne que otras de la infografía. Utilizo en ella el estilo de los anuncios típicos de alerta.

La tercera imagen es un esquema sencillo que nos recuerda, a manera de paréntesis (ya que no es el tema principal de la infografía), que el cambio climático del que hablamos es el causado por las actividades humanas, y que ha sido provocado en muy poco tiempo (geológico).

3. En la parte inferior derecha de la infografía está una gráfica ilustrativa. La intención de esta gráfica es sintetizar varias ideas: mencionar las principales medidas de mitigación y adaptación, pero también señalar que las medidas individuales, que son las más promocionadas y conocidas, no son suficientes para hacer un cambio significativo; sino que se necesita más acción coordinada e informada (participación social, gobernanza). Las imágenes que acompañan esta gráfica son de estilo sintético y pretenden ser no completamente solemnes.

Esta gráfica es la segunda imagen principal de la infografía; muestra lo que podemos hacer, e indica que unas acciones son más efectivas que otras. El texto que acompaña el grado máximo de efectividad en esta gráfica implica que no existe tampoco, al menos hasta lo que sabemos hoy, una solución que resuelva todo y de golpe, pero se dice de manera que no represente una declaración pesimista (que afecte al espectador y lo impulse a la desilusión o la inactividad). El estilo de las imágenes es sintético, y sin embargo se usan algunas características que le dan expresividad, como los mensajes emitidos por los personajes.

Para completar el discurso se incluyen algunos textos que indican el tipo de ciudades que deberíamos construir; en esta parte se incluye el concepto de desarrollo sustentable. Se mencionan el Acuerdo de París y la Ley General de Cambio Climático mexicana, con los objetivos mundiales de reducción de gases de efecto invernadero y vulnerabilidad, pero también se menciona la enorme dificultad que implica cambiar los patrones de conducta humana. Finalmente, se expresa, claramente, que hoy en día no contamos con una solución única ni fácil para enfrentar el cambio climático.

En esta infografía no se incluyen las definiciones de calentamiento global ni de cambio climático, primero, porque las definiciones pueden encontrarse fácilmente en Internet; también, porque una sola infografía no es suficiente para comunicar todo lo que implica en cambio climático, y las definiciones pueden incluirse en otra infografía. Esta es una de las razones por las que se propone la creación de una página oficial, con infografías que contengan diferentes temas (o subtemas) con diferente extensión y profundidad y que se complementen unas a otras.

Dadas las características anteriores, se puede decir que el tipo de discurso usado en esta infografía no cae dentro de los discursos más comunes mencionados en el capítulo dos (pesimista, optimistas pragmático, no pragmático y cómico nihilista). Tampoco es neutral; tal vez se puede considerar como discurso persuasivo, puesto que intenta convencer al receptor de que a pesar de las amenazas, la sociedad puede convertir los acontecimientos en oportunidades. Además, ese discurso se acompaña de la utilización de los elementos del *embellecimiento gráfico* (uso de ilustraciones, metáforas y otros elementos gráficos decorativos).

DISCUSIÓN

La comunidad científica internacional parece estar más segura que nunca del impacto que las diversas actividades humanas ejercen en la atmósfera terrestre; se conocen las causas y por lo tanto se ha propuesto como meta reducir la producción de los gases de efecto invernadero, y limitar a 1.5 °C el aumento de la temperatura promedio mundial. Pero esa certeza no se refleja en las políticas públicas ni en la percepción social. Y es que, alcanzar el objetivo implica realizar cambios (algunos más profundos que otros) en las diversas formas de planear y llevar a cabo el desarrollo humano; incluso, en la manera en que nos percibimos en nuestra relación con la naturaleza.

Algunos investigadores mencionan la necesidad de tener en cuenta las diversas representaciones sociales para implementar campañas de comunicación –entendidas como “los procesos de interpretación de la ciencia y su traducción al pensamiento cotidiano, que además se guían mediante una lógica diferente de la que posee el conocimiento científico” (Heras Hernández, 2015)–, e insisten en que la comunicación pública de la ciencia con el modelo de déficit, rinde sus frutos de manera tardía, y que sólo “debe comunicarse la información científica pertinente”; sin embargo, ¿quién decide cuál es la información “pertinente”?

Uno de los objetivos de este trabajo es reconocer que se necesita implementar nuevas maneras de comunicar el conocimiento sobre el cambio climático, pero de ninguna manera esto significa que se deba mentir o desvirtuar la información. Y mucho menos implica menospreciar la información científica. Por el contrario, es indispensable que las personas involucradas en la comunicación del cambio climático se informen lo mejor posible de la ciencia involucrada. De esta manera es más probable que un comunicador o un equipo de comunicadores puedan decidir cuál es la “información científica pertinente” en cada caso.

Los investigadores sociales sugieren tomar en cuenta los valores, las creencias, las percepciones de riesgo, etc., pero se necesita más investigación para entender hasta qué punto servirá apelar a sus valores, creencias o percepciones “sin utilizar

ciencia” y sin recurrir al engaño o a la manipulación. Además, tampoco se garantiza que las personas a las que se les hable de valores o creencias, decidan cambiar sus actitudes en el corto plazo; dependerá también de otros elementos contextuales.

Se ha discutido mucho sobre la eficacia de las formas de comunicación, en particular, se ha dicho que llevar el conocimiento científico a la gente no garantiza que cambien sus actitudes o su manera de ver el mundo, o que los resultados deseados tardan mucho tiempo en visibilizarse. Pero también se sabe que las discusiones públicas pueden durar años o incluso décadas, y no llegar a un acuerdo (Urbina, 2017; Priest, 2016). De acuerdo con Trench (2008), los diferentes modelos de comunicación de la ciencia conservan su uso en circunstancias particulares, y en la práctica de un proyecto extenso de comunicación, los participantes se mueven de una aproximación a otra.

Es cierto que las personas tenemos diferentes formas de pensar y que se puede aprender por medio de la experiencia; pero, el cambio climático es un fenómeno diferente a todo lo que la humanidad haya enfrentado, y el conocimiento basado en experiencia puede no ser suficiente. Además, muchos de los aspectos del CC son contraintuitivos. Es cierto que la ciencia no lo sabe todo y que los científicos se equivocan, pero, ningún sistema de conocimiento está exento de equivocaciones, ni posee la verdad absoluta.

Suele decirse, en diferentes ámbitos académicos, y por diversas razones (desconocimiento, intereses de diversos tipos, creencias particulares o corrección política), que todas las formas de conocimiento “valen lo mismo” o que “la ciencia no es superior a ninguna otra forma conocimiento”. Sin embargo, a partir de estas ideas suelen asumirse otras (por ejemplo, que toda la ciencia o la tecno-ciencia es mala y que sólo ha traído destrucción y desigualdad), que no tienen una relación lógica, y que desafortunadamente denigran los logros científicos. La ciencia es una forma de conocimiento que ha resultado ser muy exitosa, y ha transformado el mundo más que otras.

En los tiempos que corren, en los que muchos ponen de nuevo en duda el valor de la actividad científica, debemos redoblar esfuerzos para rescatar y promover esta

forma de conocimiento. Debemos promover la honestidad y la ética, pero no sólo en la ciencia, sino en todas las acciones humanas. El cambio climático puede ser una buena oportunidad para ejercer más nuestra capacidad humana de colaboración, en todos los ámbitos del conocimiento.

Uno de los ejes principales del presente trabajo es el tema de las emociones. Un tema que recientemente ha tomado un nuevo impulso, desde diversas disciplinas. El tema de las emociones se relaciona con los otros campos de estudio mencionados. Por ejemplo, desde que los científicos empezaron a hablar públicamente del cambio climático, allá por las décadas de 1970-80, las campañas a favor y en contra no han estado exentas de emotividad. Esto nos demuestra que en el campo mediático, político, social y científico, se apela a las emociones; ya sea de manera velada o manifiesta.

Apelar a las emociones no significa abogar por la manipulación y la mentira, sino por el convencimiento. En el presente trabajo, la propuesta de recurrir a las ilustraciones y al *embellecimiento* en la comunicación visual es para resaltar ciertos aspectos y cualidades de ese lenguaje, y para facilitar la retención del conocimiento. Como señala Sheppard (2005), aunque el papel convencional de las visualizaciones como herramienta informativa para la toma de decisiones se asocia con el supuesto papel neutral de la ciencia, la crisis actual podría justificar el uso de aproximaciones persuasivas (no distorsionadas ni equivocadas); los hechos mismos pueden ser persuasivos.

No se trata de imponer un estilo de diseño; se trata de recordar que los elementos del *embellecimiento visual* pueden ayudar a alcanzar los objetivos de la comunicación, y que por lo tanto pueden y deben utilizarse, sobre todo por la necesidad de comunicación con diversos públicos. Además, los mensajes pueden ser más o menos persuasivos, dependiendo también de cada público.

El *embellecimiento* es algo que pudiera parecer trivial, pero tengamos presente que, la utilización del color y de algunos tipos de imágenes han sido restringidos en la comunicación de la ciencia, hasta hace pocos años. La comunicación de la ciencia

en general y la de la ciencia del cambio climático en particular, pueden beneficiarse con el uso de herramientas visuales más persuasivas.

En el caso del uso de infografías para comunicar el cambio climático, el *embellecimiento* puede ser especialmente útil en la comunicación de los mensajes “sin ciencia”, por el uso de simbolismos. Aunque algunas infografías podrían tener menos contenido científico que otras o “carecer” de ciencia, los comunicadores deben entender las implicaciones de las posibles interpretaciones, en todos los casos. Por lo tanto, es recomendable que una campaña de comunicación sobre el cambio climático abarque materiales con poco contenido (evidente) de ciencia, pero otros con ciencia explícita a diferentes niveles de complejidad. De esta manera, se tendría disponible material infográfico diverso, y las personas podrían investigar más, según sus intereses.

Se menciona también que los resultados de los estudios de las percepciones sociales son como fotografías instantáneas, y que varían en razón de múltiples circunstancias (Urbina, 2017). De manera análoga, la comunicación con infografías puede publicarse relativamente más rápido que otros productos de comunicación, y puede utilizar información que responda a esas necesidades. Por ejemplo, una de las clasificaciones que se puede hacer es la de infografías *temporales* y *atemporales*. Las primeras suelen abordar asuntos noticiosos, que pueden estar en la atención pública unos días; contienen poca información, y pueden realizarse en poco tiempo (días, incluso horas). Las atemporales pueden ser más complejas, contienen más información sobre un determinado tema, son más difíciles de realizar (días, semanas), pero pueden ser consultadas en cualquier momento y siguen teniendo información de interés.

En el presente trabajo, la propuesta de la utilización del *embellecimiento* en las infografías no se restringe a la divulgación (la comunicación con los diferentes públicos no especializados) sino a la comunicación de la ciencia en el sentido amplio: entre especialistas, con el público lego y en la enseñanza. Esas

herramientas visuales pueden ayudar a cualquier persona a comprender mejor el mensaje.

Otro de los puntos mencionados en los capítulos anteriores es el de los objetivos de la comunicación. Se mencionó brevemente que los objetivos de la comunicación de la ciencia (en general) pueden ser culturales (apreciación pública de la ciencia, creación de cultura científica, integración de ciencias y humanidades, la gratificación de saber) y/o sociopolíticos (desarrollo de los países, democracia, opinión ciudadana, equilibrio del poder). En el caso de la comunicación del cambio climático, los objetivos pueden abarcar todos los mencionados; sin embargo, el énfasis en los objetivos sociopolíticos puede justificarse por la situación de urgencia.

Es fundamental transmitir claramente que el cambio climático es algo que debemos enfrentar todos, que ni los científicos solos, ni los gobiernos, ni los empresarios solos podrían hacerlo. Lo que otras personas perciben de nosotros (los científicos y los comunicadores) también es una fuente de comunicación, así que dependerá también de lo que hacemos y decimos, para ser percibidos como una fuente confiable o no, de comunicación.

En esta época con abundantes *fake news* es importante que, dentro de una estrategia de comunicación, se tenga en cuenta la construcción de fuentes de confianza (personales, institucionales), que además tengan interacción con el público en lo posible. También se requiere evaluar los resultados de las campañas de comunicación y construir nuevos y mejores métodos de investigación. Y sobre todo, procurar que los gobiernos en turno del país no acaparen los medios de comunicación.

El rumbo de la humanidad tiene y tendrá necesariamente que guiarse con la idea del cambio climático (con lo que sabemos y lo que vayamos entendiendo y aprendiendo), y con los demás problemas ambientales, de manera que debemos comprometernos con la comunicación a todos los niveles. Se trata de implementar acciones inmediatas, porque, aun cuando las consecuencias todavía no sean tangibles para la mayoría, el cronómetro ya inició la cuenta regresiva. En este escenario, el uso de infografías que contengan información científica clara y

fidedigna, y que apelen a las emociones para convencer, pueden ser de mucha ayuda.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que:

- El cambio climático es un fenómeno complejo que requiere enfrentarse de manera urgente, como los demás problemas ambientales que nos aquejan en la actualidad. Para enfrentarlos se requiere una comunicación clara, fidedigna y efectiva.
- En México existen hasta hoy pocos estudios sobre percepciones sociales del CC, y las estrategias de comunicación implementadas son aisladas e insuficientes. Es necesaria una campaña infográfica extensa sobre el CC en nuestro país.
- La investigación en la comunicación visual del CC y su impacto es un campo reciente, pero se reconoce que las imágenes influyen en las emociones, y que por eso tienen un gran potencial para cambiar las percepciones y las acciones sociales ante el fenómeno.
- Las infografías son una herramienta visual muy útil en la actualidad, porque pueden comunicar información compleja de manera clara y atractiva, y pueden llegar a millones de personas a través de diversos medios, principalmente los digitales.
- Las infografías con *embellecimiento* visual pueden ser superiores en su capacidad para que los receptores entiendan y retengan el mensaje. Recurrir a lo atractivo y a lo emocional puede resultar más memorable. Asimismo, las infografías que contengan texto e imágenes y que cuenten historias pueden ser más efectivas. Por lo tanto, se cumple con el objetivo general de este trabajo: proponer un mayor uso de infografías con embellecimiento visual, para mejorar la comunicación del cambio climático en México.

- En esta tesis se presenta un ejemplo infográfico propio, cuya intención es: que contenga ilustraciones, metáforas y otros elementos decorativos de diseño (lo que se conoce como *embellecimiento* visual); que las imágenes jueguen un papel principal en el discurso; y que su discurso se aleje de los discursos más utilizados en la comunicación del CC: pesimista y optimistas pragmático, no pragmático y cómico nihilista.
- El presente trabajo, con especial atención al papel que juegan las imágenes en las emociones, en la comunicación y en la percepción social del CC es una aportación al aún joven campo de investigación de la comunicación de los problemas ambientales en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, S., 2015. *La política cultural de las emociones*. Programa Universitario de Estudios de Género, UNAM, México.

Allaby, M., 2004. *A Change in the Weather*. Facts On File. Inc. USA.

Ávalos Gómez, M., 2004. "Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, PICC", en Martínez, J. y A. Fernández Bremauntz (Comps). *Cambio Climático: Una visión desde México*. SEMARNAT-INE, México.

Bateman, S. *et al.*, 2010. "Useful Junk? The effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts", Conference Paper. January, 2010. DOI: 10.1145/1753326.1753716 . Source: [DBLP](#), Conference: Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2010, Atlanta, Georgia, USA, April 10-15, 2010

Bauer, M. W., 2016. "Results of the essay competition on the "déficit concept", en *Public Understanding of Science*. Vol. 25(4), 398–399. DOI: 10.1177/0963662516640650

Bericat Alastuey, E. 2000. "La sociología de la emoción y la emoción en la sociología", en *Papers* 62, 1 4 5- 1 7 6.

Brönnimann, S., 2002. "Picturing climate change", en *Climate Research*. Vol. 22, 87–95, Published August 8

Bucchi, M y B. Trench, 2016. "Science Communication and Science in Society: A Conceptual Review in Ten Keywords", en *Tecnoscienza. Italian Journal of Science & Technology Studies*. 7(2), 151-168.

Cairo, A., 2011. "El arte funcional. Infografía y visualización de la información". Alamut, Madrid. En: <https://www.elartefuncional.com/images/libroMUESTRA.pdf> [Acceso 02/04/19].

Calixto Flores, R., 2018. "El cambio climático en las representaciones sociales de los estudiantes universitarios", en *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 122-132. En: <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1443> [Acceso 02/04/2018].

Cortassa, C., 2016. "In science communication, why does the idea of a public déficit always return? The eternal recurrence of the public déficit", en *Public Understanding of Science*. Vol. 25(4) 447– 459. DOI: 10.1177/0963662516629745.

Cruz Núñez, X. *et al.*, 2017. "Las emisiones y la mitigación de gases de efecto invernadero como instrumento de política pública", en Rueda Abad, J. C. *et al.*, (coord.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional*. VOLUMEN I. DIAGNÓSTICOS. México, UNAM. PINCC.

Cuatecontzi, D. H. y J.Gasca, 2019. "Los gases regulados por la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático", en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/dick.html> [Consulta 12/05/19].

Delgado, G. C., 2017. *Climate Change-Sensitive Cities: Building capacities for urban resilience, sustainability, and equity*. First Edition ed. México: PINCC-CONACYT Research Project.

De Moura Carvalho, I. C. y C. A. Steil, 2012. “Percepción y ambiente. Aportes para la epistemología ecológica”, en Ortiz Espejel B. y C. Velasco Samperio (Coords), *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México*. Universidad Iberoamericana Puebla, SEMARTNAT, México

DOF, 2019. “Resultados y Recomendaciones de la Evaluación Estratégica del Avance Subnacional de la Política Nacional de Cambio Climático”, en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5549585&fecha=05/02/2019 [Consulta 09/05/19].

Dunlap, J. C. y P. R. Lowenthal, 2016. “Getting graphic about infographics: design lessons learned from popular infographics”, en *JOURNAL OF VISUAL LITERACY*, VOL. 35, NO. 1, 42–59. En <http://dx.doi.org/10.1080/1051144X.2016.1205832> [Consulta 04/04/18].

Fernández Carril, L. R. y O. A. Ugartechea Salmerón, 2017. “Las negociaciones climáticas internacionales y la participación del tercer sector: dos historias complementarias”, en Rueda Abad, J. C. et al., (coord.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional*. VOLUMEN I. DIAGNÓSTICOS. México, UNAM. PINCC.

Few S., 2011. “The chartjunk debate. A close examination of recent findings. Perceptual Edge” en *Visual Business Intelligence Newsletter*. April, May, and June 2011.

Fleming, J.R., 1999. “Joseph Fourier, the “greenhouse effect” and the quest for a universal theory of terrestrial temperatures”, en *Endeavour* 23(2):72-75 · December 1999.

Gamonal Arroyo, R., 2013. “Infografía: etapas históricas y desarrollo de la gráfica informativa”, en *Historia y Comunicación Social*. Vol. 18. N° Esp. Dic. 335-347. ISSN: 1137-0734 http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.44331

Gay-García C. y B. Bastien-Olvera, 2017. “Incertidumbre científica y el avance en los modelos climáticos”, en Rueda Abad, J. C. et al., (coord.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional*. VOLUMEN I. DIAGNÓSTICOS. México, UNAM. PINCC.

González Gaudiano, E. J., 2012. “La representación social del cambio climático. Una revisión internacional”. En <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v17n55/v17n55a3.pdf> [Consulta 16/10/17]

Gough, P. et al., 2015. “Art and Chartjunk: A Guide for NEUVis”, en *International Journal of Software and Informatics*, Volume 9, Issue 1, pp. 61-72. ISSN 1673-7288.

Graham, S., 1999. *John Tyndall (1820-1893)*. En <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Tyndall/> [Acceso 23/11/17].

Graham, S., 2000. Svante Arrhenius (1859-1927). En <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Arrhenius/> [Acceso 23/11/17].

Gutiérrez Vidrio, S. 2010. "El estudio de las emociones desde una perspectiva argumentativa", en *ANUARIO DE INVESTIGACIÓN 2009*. UAM-X, México, Pp. 271-297.

Gutiérrez Vidrio, S., 2011. "Estética y emociones. Su análisis desde una perspectiva retórico-argumentativa", en Vilar, J. y Alvarado, R. (coord.) *Comunicación, lenguajes y cultura. Intersecciones con la cultura*. MÉXICO, UAM.

Hackmann, H. y S. Moser, 2015. "Las ciencias sociales en un entorno global cambiante", en CICS/UNESCO (eds), *Informe mundial sobre ciencias sociales, 2013: cambios ambientales globales*. UNESCO, París. En: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247158> [Consulta 15/06/19].

Harris, D. C., 2010. "Charles David Keeling and the Story of Atmospheric CO₂ Measurements", en *Anal. Chem.*, 82 (19), pp 7865–7870 DOI: 10.1021/ac1001492

Heras Hernández, F., 2015. *Representaciones sociales del cambio climático en España: aportes para la comunicación*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. En https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/672097/heras_hernandez_francisco.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta 18/02/18].

Herrero Solana, V. F. y A.M. Rodríguez Domínguez, 2015. "Periodismo de datos, infografía y visualización de la información: un estudio de El País, El Mundo, Marca y El Correo", en *BiD: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*, núm. 34 (juny). <<http://bid.ub.edu/es/34/herrero.htm>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1344/BiD2015.34.5> [Consulta: 27/04/2019].

Herring D., 2007. *Earth's Temperature Tracker*. En <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GISSTemperature/> [Consulta 25/04/2018].

Hidore J. J. *et al.*, 2010. *Climatology. An Atmospheric Science*. USA, Prentice Hall.

Holmes, N. 1984. *Designer's guide to creating charts and diagrams*. Watson-Guptill Publications.

Hollain, A., 2010. "Stephen Schneider, pionero en la investigación del clima", en https://elpais.com/diario/2010/08/01/necrologicas/1280613602_850215.html [Acceso 18/07/18].

Hulme, M., 2009 "On the origin of "the greenhouse effect: John Tyndall's 1859 interrogation of nature" en *Weather* – May 2009, Vol. 64, No. 5 121

Ibarra Sarlat, R., 2017. "La transición energética global: De la era del petróleo a las energías renovables", en Rueda Abad J. C. *et al.*, (coord.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional VOLUMEN II. RETOS Y OPCIONES*. UNAM. PINCC. México.

INECC, 2018. “Efectos del cambio climático. Efecto del cambio climático en México”, en <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico> [Acceso 4/03/18].

INECC, 2018a. Adaptación al cambio climático. [Consulta 13/04/18], en la liga: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-al-cambio-climatico-78748>

INECC, 2018b. Vulnerabilidad actual. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-actual> [Consulta 13/04/18].

IPCC, 2014. “Cambio climático 2014. Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas” en https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf [Consulta 13/05/19].

Jerez Ramírez D. O. y J. H. Pinzón de Hjar, 2017. “La reducción del riesgo de desastres y el cambio climático: un abordaje epistémico”, en Rueda Abad J. C. *et al.*, (coord.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional VOLUMEN II. RETOS Y OPCIONES*. UNAM. PINCC. México.

Joffe, H., 2008. “The Power of Visual Material: Persuasion, Emotion and Identification”, en *Diogenes*, 217: 84–93. ISSN 0392-1921. DOI: 10.1177/0392192107087919

Kai, W. 2015. “Presentaciones de Infografías y Datos”. Parramón Arts & Design. España.

Keeling, C. D., 1960. “The Concentration and Isotopic Abundance of Carbon Dioxide in the Atmosphere”, en *Tellus*, Volume 12, Number 2, June 1960, Sweden.

Köppen, E., 2007. “Las ilustraciones en los artículos científicos: reflexiones acerca de la creciente importancia de lo visual en la comunicación científica”, en *INVESTIGACIÓN BIBLIOTECOLÓGICA*, Vol. 21, Núm. 42, enero/junio, 2007, México, ISSN: 0187-358X, pp. 33-64

Landa, R. *et al.*, 2008. *Agua y Clima: Elementos para la adaptación al cambio climático*. México, SEMARNAT.

Lankow, J. *et al.*, 2012. *Infographics. The Power of Visual Storytelling*. USA, Wiley & Sons.

Lazard A. y L. Atkinson, 2015. “Putting Environmental Infographics Center Stage: The Role of Visuals at the Elaboration Likelihood Model’s Critical Point of Persuasion”, en *Science Communication* Vol. 37(1) 6– 33. DOI: 10.1177/1075547014555997

Le Bail, M. *et al.*, 2017. “Reforma energética en México una oportunidad para mitigar las emisiones de GEI en el sector hidrocarburos”, en Rueda Abad J. C. *et al.*, (coords.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional VOLUMEN I. DIAGNÓSTICOS*. UNAM. PINCC. México

López Morales, L. y A. E. Moreno Guzmán, 2017. “Avances educativos en materia de cambio climático”, en Rueda Abad J. C. *et al.*, (coords.) *La Gobernanza Climática en*

México: *Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional VOLUMEN II.RETOS Y OPCIONES*. UNAM. PINCC. México.

Magaña Rueda V. O., 2004. “El cambio climático global: comprender el problema”, en Martínez, J. y A. Fernández Bremauntz (coords.) *Cambio climático: una visión desde México*. México, INE, SEMARNAT.

Markowitz, E., et al., 2014. *Connecting on climate: A guide to effective climate change communication*. Columbia University in the City of New York and ecoAmerica, USA.

Maslin, M., 2004. *Global Warming, a very short introduction*. Oxford University Press. Oxford.

McCandless, D., 2018. “What makes a good visualization?” en: <https://informationisbeautiful.net/visualizations/what-makes-a-good-data-visualization/> [Acceso 22/07/18].

Meirelles, I. 2013. *Design for Information: an Introduction to the Histories, Theories, and Best Practices Behind Effective Information Visualizations*. Rockport Publishers.

Méndez, E. 2018. “Presentan página oficial México ante el cambio climático” en <https://www.excelsior.com.mx/nacional/presentan-pagina-oficial-mexico-ante-el-cambio-climatico/1278634> [Consulta 29/05/19].

Meyer, G., 2016. “In science communication, why does the idea of a public deficit always return?” en *Public Understanding of Science*, 25 (4), pp. 433-446. <https://doi.org/10.1177/0963662516629747>

Molina M.et al., 2017. *El cambio climático. Causas, efectos y soluciones*. 222 p. México, Fondo de Cultura Económica.

Montañés Perales, O. “La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia”, en *ArtefaCToS*, vol. 3, n.º 1, diciembre 2010, 187-229

Moreno A.R. et al., 2017. “La comunicación del cambio climático”, en Rueda Abad J. C. et al., (coord.) *La Gobernanza Climática en México: Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional VOLUMEN II.RETOS Y OPCIONES*. UNAM. PINCC. México.

Moreno, A. R., y J. Urbina, 2008. *Impactos sociales del cambio climático*. México: Instituto Nacional de Ecología, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Nicholson-Cole, S., 2005. “Representing climate change futures: a critique on the use of images for visual communication”, en *Computers, Environment and Urban Systems*. 29 (2005) 255–273. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2004.05.002

OMS, 2019. Cambios ambientales mundiales. <https://www.who.int/globalchange/environment/es/> [Consulta 14/05/19]

O'Neill, S. J. *et al.*, 2012. "On the use of imagery for climate change engagement", en *Global Environmental Change*. 23(2):413–421 · April 2013
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.11.006>

O'Neill, S. J. and N. Smith, 2014. "Climate change and visual imagery", en *WIREs Clim Change* 2014, 5:73–87. doi: 10.1002/wcc.249.

O'Rourke, P. J. 2007. "I sing of fizzy fluid retention. The decline of spinsters? Smoke-free living? Drawing on a vast new statistical compendium, our commentator unearths, examines, and extrapolates the hidden challenges to America", en <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2007/11/i-sing-of-fizzy-fluid-retention/306343/> [Consulta 02/11/18].

Ortiz Espejel, B. y C. Velasco Samperio (Coords), 2012. *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México*. Universidad Iberoamericana Puebla, SEMARNAT, México.

Parametría, 2014. "Reconocen saber poco sobre el cambio climático" en http://www.parametria.com.mx/carta_parametrica.php?cp=4663 [Acceso 4/03/18].

Popper, K., 2005. *Unended Quest: an Intellectual Autobiography*. Routledge.

Priest, S., 2016. *Communicating Climate Change*. Springer Nature, USA.

Rebich-Hespanha S. and R. Rice, 2016. "Dominant Visual Frames in Climate Change News Stories: Implications for Formative Evaluation in Climate Change Campaigns", en *International Journal of Communication* 10(2016), 4830–4862

Rodríguez Estrada, F. C. y L. S. Davis, 2015. "Improving Visual Communication of Science Through the Incorporation of Graphic Design Theories and Practices Into Science Communication", en *Science Communication* Vol. 37(1) 140– 148. DOI: 10.1177/1075547014562914

Rueda Abad, J.C. *et al.*, (Coords.), 2016. *21 VISIONES DE LA COP21. El Acuerdo de París: Retos y Áreas de Oportunidad para su Implementación en México*. PINCC, UNAM, México.

Sánchez Mora, A. M., 2010. *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Universidad Veracruzana, México.

Scott, M., 2006. "Earth's big heat Bucket", en <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/HeatBucket/heatbucket.php> [Consulta 25/04/18].

Scripps, 2005, "Obituary Notice: Climate Science Pioneer: Charles David Keeling", en <https://scripps.ucsd.edu/news/5104>

SEMARNAT, 2013. "Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Gobierno de la República", en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf> [consulta 13/04/18].

SEMARNAT, 2018. “Cómo afecta el cambio climático a México” en <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/como-afecta-el-cambio-climatico-a-mexico> [Acceso 4/03/18].

SEMARNAT-INECC, 2018. “México. Sexta Comunicación Nacional y Segundo Reporte Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” en <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion-nacional-acerca-de-cambio-climatico/> [Consulta 8/01/2019].

Sheppard, S. R.J., 2005. “Landscape visualisation and climate change: the potential for influencing perceptions and behaviour”, en *Environmental Science & Policy* 8 637–654. doi:10.1016/j.envsci.2005.08.002

Tornel, C. 2019. “Ficciones climáticas” en: <https://redaccion.nexos.com.mx/?p=9860> [Consulta 14/02/19].

Trench, B., 2008. “Towards an analytical framework of science communication models”, en Cheng, D., Claessens, Michel, Gascoigne, T., Metcalfe, J., Schiele, Bernard and Shi, Shunke, (eds.) *Communicating science in social contexts: new models, new practices*. Springer Netherlands, pp. 119-138. ISBN 978-1-4020-8597-0. En https://www.researchgate.net/publication/29652305_Towards_an_Analytical_Framework_of_Science_Communication_Models [Consulta 04/06/19].

Tufte, E. R., 2007. *The visual display of quantitative information*. Second edition. Graphic Press. USA.

UNFCCC, 2018. “Paris Agreement: essential elements”, en <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [Consulta 17/04/18].

Urbina Soria, J., 2006. “Dimensiones psicológicas del cambio ambiental global”, en Urbina, J. y J. Martínez. (Comps). *Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global*. SEMARNAT, INE, UNAM. México

Urbina, J. y J. Martínez. (Comps), 2006. *Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global*. SEMARNAT, INE, UNAM. México.

Urbina, J., 2012.” La percepción social del cambio climático en el ámbito urbano”, en Ortiz Espejel, B. y C. Velasco Samperio (Coords), *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México*. Universidad Iberoamericana Puebla, SEMARNAT, México.

Urbina Soria, J., 2012. “Percepción y comunicación de riesgos ambientales y su aplicación en la adaptación al cambio climático”, en http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/63_4/PDF/RiesgosAmbientale.pdf [Consulta 16/10/17].

Urbina Soria J., 2017. “La percepción social del cambio climático: Insumo fundamental para la gobernanza climática”, en Rueda Abad J. C. *et al.* (Coords.) *La Gobernanza Climática en*

México: *Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional VOLUMEN II.RETOS Y OPCIONES*. UNAM. PINCC. México.

Van Geffen, L. *et al.*, 2016. "How do people with weak and strong pro-environmental worldviews process visual climate change information?", en *Psychology*, 7:3, 262-281, DOI: 10.1080/21711976.2016.1242229

Vargas, S., *et al.*, 2014. "¿Infografía... visualización... diseño de información? En busca de los indicios de su configuración y delimitación como campo disciplinar", en *Revista KEPES* Año 11 No. 10 enero-diciembre 2014, págs. 105-141

Vargas Melgarejo, L. M., 1994." Sobre el concepto de percepción", en *ALTERIDADES*, 4 (8): Págs. 47-53

Vázquez Selem, L., 2004." Investigaciones de los glaciares y del hielo de los Polos", en Martínez, J. y A. Fernández Bremauntz (Eds.), *Cambio climático: una visión desde México*, SEMARNAT-INE, México.

Villarreal, A., 2017. "Políticas de energía en México y cambio climático. El planteo del cambio climático en los programas federales de energía de México", en http://www.pincc.unam.mx/7mocongreso/7O_CONGRESO/NABOR/LUNES_NABOR/LUNES_NABOR_PDF/4_3_ABEL_VILLAREAL.pdf [Acceso 6/04/18].

PÁGINAS DE INTERNET

El Cambio Climático de Frente, 2019. En <http://elcambioclimaticodefrente.inecc.gob.mx/> [Consulta 30/05/19].

Página del Centro Mario Molina <http://centromariomolina.org/acerca-de-nosotros/quienes-somos/> [Consulta 22/06/18].

Página del CENAPRED, 2018. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/> [Consulta 13/04/18].

GLOSARIO IPCC, 2019 (AR5_WG3_glossary_ES.pdf)

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WG3_glossary_ES.pdf [Consulta 13/06/19]

Página de Ciencia UNAM (ciencia.unam.mx)
<http://ciencia.unam.mx/contenido/infografia/21/cambio-climatico-como-afecta->. [Consulta 22/06/18].

Ligas de la página del INECC

<https://www.gob.mx/busqueda?utf8=%E2%9C%93&site=inecc&q=infograf%C3%ADas+so+bre+cambio+clim%C3%A1tico>. [Consulta 22/06/18].

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/climatizate-y-descarga-las-postales-sobre-los-efectos-del-cambio-climatico-en-la-flora-y-anps>. [Consultado el 22/06/18].

<https://www.flickr.com/photos/semarnat/sets/72157658529385644>. [Consulta 22/06/18].

Página de The Guardian

<https://www.theguardian.com/science/political-science/2013/apr/02/james-hansen-retires-science-politics> [Consulta el 25/04/18].

Página de The New York Times

<https://www.nytimes.com/2015/03/06/movies/review-merchants-of-doubt-separating-science-from-spin.html> [Consulta 25/04/18].

Página de la NASA

<https://climate.nasa.gov/evidence/>

Página de la plataforma *México ante el cambio climático*. <https://cambioclimatico.gob.mx/> [Consulta 29/05/19].

Wikipedia, 2019

https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1o_Geof%C3%ADsico_Internacional (Acceso el 11/05/19)

Ligas de Facebook de la REDUCC

<https://www.facebook.com/REDUCC/photos/a.770479376320607/1886360278065839/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/REDUCC/photos/a.770479376320607/1592171094151427/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/REDUCC/photos/a.770479376320607/2008107499224449/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/REDUCC/photos/a.770479376320607/2009581255743740/?type=3&theater>