

¿Qué ciencia necesita el ciudadano?

Jorge Padilla González
Ma. de Lourdes Patiño Barba
Susana Herrera Lima



¿Qué ciencia necesita el ciudadano?

*Jorge Padilla González
Ma. de Lourdes Patiño Barba
Susana Herrera Lima*



Consejo Directivo Somedicyt, A.C. (2018-2019)

Ma. de Lourdes Patiño Barba
Presidenta

Ernesto Márquez Nerey
Vicepresidente

Patricia Aguilera Jiménez
Secretaria

Federico Nájera Febles
Tesorero

Créditos

Autores
Jorge Padilla González,
Ma. de Lourdes Patiño Barba,
Susana Herrera Lima

¿Qué ciencia necesita el ciudadano?

Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C.

Equipo del proyecto de investigación:

Jorge Padilla González (Coordinador)

Patricia Aguilera Jiménez

Martín Bonfil Olivera

Clementina de los Ángeles Equihua Zamora

Alba Sofía Gutiérrez Ramírez

Susana Herrera Lima

Ma. de Lourdes Patiño Barba

Agradecimiento especial por el auspicio inicial al proyecto

M.C. Patricia Magaña Rueda

Apoyos financieros

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: Fondos del Programa de Apoyos para Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (2017 y 2018).

Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C.

Producción editorial: *Ma. de Lourdes Patiño Barba*

Revisión de Estilo: *Zorka Vuskovic Céspedes*

Diseño de portada y diseño editorial: *Mauricio Alejandro Vargas Díaz*

D.R. 2020 Somedicyt, A.C.

Primera edición: Febrero 2020

Derechos reservados conforme a la ley.

Dólares N° 8, Interior 7

Col. Fernando Casas Alemán

C.P. 07960, Ciudad de México, CDMX

www.somedicyt.org.mx

ISBN: 978-607-99144-0-0

ISBN: 978-607-97661-1-5

El contenido de este libro puede ser en parte reproducido, traducido y presentado en público sin necesidad de autorización expresa, a condición de que se mencione o cite la fuente, se dé el debido crédito a los autores y no se le dé uso comercial o lucrativo; y si procede, a que se indique claramente que se ha modificado el contenido original.

Las adaptaciones, traducciones o productos derivados no deben incluir ningún emblema ni logotipo oficial, salvo que hayan sido aprobados y validados por la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT).

Las solicitudes y consultas acerca de reproducciones y derechos pueden ser dirigidas a: Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (contacto@somedicyt.org.mx).

Las opiniones y puntos de vista contenidos en este libro no necesariamente reflejan los de las instituciones que han auspiciado o apoyado su elaboración y publicación, o las que han aportado datos e información para el contenido.

Hecho en México

Índice

Introducción	5
Capítulo 1. Antecedentes y origen del proyecto	7
Capítulo 2. El proyecto: naturaleza, objetivos y alcances	9
Capítulo 3. Marco conceptual	14
Ciencia	14
Ciencia, sociedad y ciudadanos	16
La ciencia como elemento constitutivo de la cultura	18
Percepción pública de la ciencia	19
Alfabetismo, cultura científica, y apropiación de la ciencia y la tecnología	21
Comunicación pública de la ciencia	33
Capítulo 4. En busca de la información	37
En busca de la opinión de los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones	37
En busca de la opinión de la ciudadanía	42
Capítulo 5. Lo que opinan los “expertos”	45
Corpus resultante de la encuesta en línea	45
Hallazgos por tópico: resultados directos de la encuesta en línea	53
Capítulo 6. Lo que opinan los ciudadanos	79
La muestra de ciudadanas y ciudadanos	79
Hallazgos por tópico de interés: resultados directos de la encuesta presen- cial	81
Capítulo 7. Viendo más allá del horizonte: un análisis integrado de los hallazgos	91
Modelo de análisis	91
Hallazgos por ejes y dimensiones de la cultura científica	98
Conclusiones y recomendaciones	127
Conclusiones generales	127
Recomendaciones	132
Fuentes y referencias	135

Introducción

Este libro surgió del deseo de compartir con las comunidades de divulgadores de la ciencia, de investigadores que trabajan en diversos campos del conocimiento, de líderes de las diversas organizaciones públicas y privadas que pertenecen a los sectores de ciencia y tecnología, y de educación, así como con todas las personas que se interesen por el tema, la naturaleza y los hallazgos de una investigación de campo realizada sobre la ciencia que necesitan los ciudadanos no especialistas en ciencias.

El documento presenta las motivaciones que dieron lugar al proyecto emprendido como parte del esfuerzo de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICYT) por contribuir al desarrollo de la comunicación de la ciencia como campo disciplinar y profesional, así como lo que se pretendía indagar, las bases, las características y el proceso de realización de la investigación, y los resultados de ella.

Con el apoyo de dos sucesivos consejos directivos de la SOMEDICYT —presididos por Patricia Magaña Rueda y Ma. de Lourdes Patiño Barba, respectivamente—, así como de los Fondos 2017 y 2018 del Programa de Apoyos para Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el proyecto de investigación fue planteado, diseñado y emprendido por un grupo de socios titulares, integrantes de la División Profesional de Investigación de esta sociedad profesional.

El proyecto se desarrolló con algunas intermitencias, debido principalmente a factores de orden financiero, a lo largo de tres años, de mediados de 2017 a principios de 2020. Durante el primer año se establecieron los fundamentos del proyecto y se definieron tanto sus características básicas como sus propósitos y alcances, el objeto y los sujetos de estudio, las estrategias de recolección de información, y el diseño y prueba de los instrumentos a ser aplicados. La segunda fase se desarrolló durante varios meses del año 2018, y en ella se determinaron las acciones específicas para la obtención de información a partir de encuestas a dos grupos: por un lado, a actores de los sectores de ciencia, tecnología y educación, o relacionados con ellos (divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales); y por el otro, a personas residentes en seis ciudades de la República Mexicana. En esa fase se hizo también el procesamiento estadístico correspondiente. Por último, durante el tercer año del proyecto, se definieron las estrategias y el modelo de análisis de la información recabada y organizada, se realizaron los análisis detallados de los resultados de ambas encuestas, se contrastaron resultados, se categorizaron los hallazgos, se formularon las conclu-

siones del equipo del proyecto y se propusieron algunas recomendaciones para quienes se dedican a divulgar la ciencia y la tecnología. Como remate del proyecto, a finales del año 2019 se redactó y editó el presente libro.

En las dos primeras fases participó el siguiente equipo, integrado por socios de la SOMEDICYT:

Jorge Padilla González del C. (Coordinador)
Patricia Aguilera Jiménez
Martín Bonfil Olivera
Clementina de los Ángeles Equihua Zamora
Alba Sofía Gutiérrez Ramírez
Susana Herrera Lima
Ma. de Lourdes Patiño Barba

En la última fase, correspondiente al desarrollo de la estrategia y el modelo de análisis, y en el análisis mismo, participaron Alba Sofía Gutiérrez R., Susana Herrera L., Ma. de Lourdes Patiño B. y Jorge Padilla G.C.

A lo largo del libro se han utilizado indistintamente los términos “comunicadores de la ciencia” y “divulgadores de la ciencia”. Desde el punto de vista de los autores, la divulgación de la ciencia y la tecnología forma parte —junto con la difusión científica, la enseñanza de la ciencia, el periodismo de la ciencia, el intercambio social del conocimiento y la transferencia de tecnología— de un todo más amplio: la comunicación pública de la ciencia. De esta manera, stricto sensu, “comunicación de la ciencia” y “divulgación de la ciencia” no son sinónimos. No obstante, en aras de evitar repeticiones y redundancias en el texto, se ha optado por utilizar ambos términos de manera indistinta.

Capítulo 1.

Antecedentes y origen del proyecto

El quehacer de la divulgación de la ciencia y la tecnología parte de la premisa de que el ciudadano medio requiere de una cultura científica sólida para entender su mundo y desempeñarse adecuadamente en él, y que, por un conjunto de motivos, comentados en diversos foros y medios, la sociedad en general requiere de ciudadanos científicamente cultos. Esos motivos forman una gama muy amplia, que van desde el “saber por saber” hasta el concepto de “ciudadanía informada y culta”, como prerrequisito para potenciar la participación de los ciudadanos en la toma de posición y de decisiones sobre asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología, así como para la conformación de una sociedad del conocimiento. Surge, entonces, una pregunta crucial: ¿Es realmente válida esta premisa?

Así, se divulga la ciencia desde diversas concepciones, que contemplan tanto los objetivos de la propia divulgación como los contenidos de lo que hay que divulgar: ¿qué se pretende lograr cuando se divulgan la ciencia y la tecnología?, ¿cómo se determina lo que los comunicadores de ciencia deciden divulgar a sus públicos?

En algunos foros han surgido posiciones encontradas entre los comunicadores de la ciencia sobre la pertinencia de divulgar cualquier cosa que sea ciencia o tecnología (en la práctica, hay temas frecuentemente elegidos por el propio divulgador en función de su interés, o por el investigador que desea divulgar lo que investiga); o bien, si se debe dar preferencia —aun en el destino de los apoyos financieros— a las iniciativas de divulgación enfocadas en lo que quieren, requieren o necesitan sus diversos destinatarios; es decir, a una divulgación “socialmente pertinente”.

Otras preguntas que surgen son: ¿debe haber prioridades en cuanto a qué divulgar?, ¿qué “ciencia” (conceptos, temas, hechos) necesita conocer y comprender un ciudadano medio, desde el punto de vista de los investigadores, de los divulgadores y de quienes toman decisiones, tanto en las instituciones del sistema educativo como en el sector de ciencia y tecnología?

En general, los divulgadores de la ciencia suelen enmarcar su quehacer en los modelos teóricos de la comunicación de la ciencia: el de déficit, el participativo, etc., pero tal vez se ha indagado poco acerca de lo que opinan los destinatarios de la divulgación (la ciudadanía) acerca de lo que les es comunicado sobre temas de ciencia y tecnología, así como del impacto que tiene en su vida eso que se les comunica. En este sentido, son pertinentes las siguientes preguntas: ¿qué “ciencia” necesitan los ciudadanos, desde su propio punto de vista?, ¿qué quieren saber acerca de la ciencia?

En el congreso de la red *Public Communication of Science and Technology* (PCST), celebrado en Estambul en 2016, Thomas Gascoigne —comunicador de la ciencia australiano, reconocido a nivel internacional— presentó los resultados de una investigación realizada a través de una encuesta en línea, aplicada a una muestra internacional de 118 comunicadores de la ciencia, sobre el tema de cuánta ciencia necesita un ciudadano ordinario (medio) para funcionar en la sociedad moderna. Posteriormente, en el XXI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), celebrado ese mismo año en Querétaro, Martín Bonfil Olivera y Jorge Padilla G. organizaron y condujeron un grupo de análisis y discusión sobre el tema de la cultura científica que necesita un ciudadano medio, en el cual participaron 30 divulgadores provenientes de diversos estados e instituciones. Los resultados de ambos ejercicios son de gran interés, aunque aún quedan muchas preguntas sin respuesta, además de las formuladas en párrafos anteriores. El ciudadano medio, ¿realmente requiere ser científicamente culto para funcionar en la sociedad contemporánea?, ¿por qué y para qué?, ¿qué “tan” científicamente culto?, ¿en qué temas?, ¿qué es ser “científicamente culto”?, ¿necesita la sociedad ciudadanos científicamente cultos?

Esta investigación de campo puede contribuir a que la comunidad nacional de divulgadores cuente con información sobre tópicos que en general no han sido estudiados a fondo, que tal información ayude a los divulgadores a conocer mejor a aquellos a quienes van destinados sus esfuerzos y acciones, y a estimular investigaciones más profundas y específicas, tanto exploratorias como causales.

Por ello, la SOMEDICYT decidió emprender la investigación que se publica en este documento, en la cual participó un grupo de divulgadores, miembros de esta asociación, con experiencia en diversos proyectos de investigación en el campo de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Algunos de ellos trabajan en dos universidades (Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad ITESO), otros en un museo universitario de ciencias, y otros más en una institución dedicada a la investigación y a proyectos diversos para el fortalecimiento de la cultura científica y tecnológica de la población. Se integró así un equipo interinstitucional por sus ámbitos de trabajo, y multidisciplinar por su diversa formación académica y desarrollo profesional, que sumó distintas competencias y visiones que enriquecieron el planteamiento y el desarrollo del proyecto, así como la interpretación de los hallazgos y resultados.

Capítulo 2.

El proyecto: naturaleza, objetivos y alcances

El proyecto de investigación emprendido tuvo un carácter básicamente *exploratorio*, con dos vertientes de interés:

- 1) Por una parte, lo que opinan los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales¹ acerca de lo que los ciudadanos deben saber sobre ciencia y tecnología, así como acerca de otros temas relacionados con la naturaleza de la cultura científica, el quehacer de la ciencia y el quehacer de divulgar.
- 2) Por otra parte, lo que opinan los ciudadanos acerca de la ciencia, del impacto que tiene para ellos y para la sociedad, y lo que de ciencia y tecnología consideran que necesitan saber.

De esta manera, se buscó indagar en estos dos sentidos del quehacer de la ciencia, de su divulgación y de su impacto en el ciudadano común: el de quienes hacen, comunican y deciden sobre la ciencia, y el de los ciudadanos comunes que se ven afectados, de una manera u otra, por lo que aquellos hacen.

Los tópicos de interés de esta investigación se definieron a partir de las siguientes preguntas, para cada una de las dos vertientes o componentes del estudio.

Desde el punto de vista de los divulgadores, de los investigadores y de los tomadores de decisiones de instituciones del sector de ciencia y tecnología o relacionados con él:

- ¿Qué significa “cultura científica” o ser un ciudadano “científicamente culto”?
- ¿Necesita el ciudadano común ser “científicamente culto” para entender el mundo actual y funcionar adecuadamente en la sociedad contemporánea?

¹ Por *tomadores de decisiones institucionales* se entendió a las personas ubicadas en los niveles superiores de las estructuras organizacionales de sus respectivas instituciones o dependencias (públicas o privadas) de los sectores de ciencia, tecnología e innovación y de educación superior, o relacionadas con ellos: rectores de universidades, directores de centros de investigación, directores de facultades y departamentos de investigación y posgrado, funcionarios del CONACYT, directores y funcionarios de organismos estatales de ciencia y tecnología, directivos de medios de comunicación, gestores de la divulgación en instituciones, y diputados y senadores pertenecientes a las comisiones de ciencia y tecnología.

- ¿Qué “ciencia” (conceptos, hechos, métodos, procesos del quehacer científico, etc.) necesita saber el ciudadano común?
- ¿Debe existir un catálogo básico de hechos o conceptos de ciencia y tecnología que deba conocer el ciudadano común?
- ¿Es importante que las personas entiendan la forma en que trabajan los científicos?
- ¿Necesita la sociedad ciudadanos científicamente cultos, o basta con que sólo los científicos lo sean?
- ¿Debe haber prioridades en cuanto a qué divulgar, en términos de apoyos y asignación de recursos institucionales?

Desde el punto de vista de los propios ciudadanos, o dicho por ellos:

- ¿Cuál es su imaginario de la ciencia?, ¿con qué ideas la asocian?
- ¿Qué piensan acerca del beneficio (o perjuicio) que la ciencia y la tecnología puedan tener en su vida personal o en la sociedad en su conjunto? (impactos).
- ¿Qué tanto les interesan los temas de ciencia y tecnología?
- ¿Qué “ciencia” necesitan los ciudadanos, desde su propio punto de vista?

El objeto de estudio de esta investigación quedó constituido por las concepciones, percepciones y valoraciones acerca de la ciencia que requiere el ciudadano común.

Los sujetos de estudio inmediatos fueron los divulgadores, investigadores y tomadores institucionales de decisiones, pues se deseaba saber qué es lo que piensan acerca de la ciencia que requiere el ciudadano común y si la sociedad necesita de ciudadanos científicamente cultos; o bien, si la sociedad puede seguir avanzando sin ellos. Desde esta perspectiva, el sujeto de estudio mediato es el ciudadano común, pues se busca saber lo que otros —divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones— piensan acerca de él (figura 1).

Asimismo, también se deseaba saber lo que el ciudadano común piensa de sí mismo en relación con su interés por la ciencia, y su apropiación de la ciencia y la tecnología; por ello, en este sentido, se le puede considerar también como un sujeto de estudio inmediato (figura 1).²

² Salvo que se especifique en contrario, las figuras, gráficas y tablas son de elaboración propia.

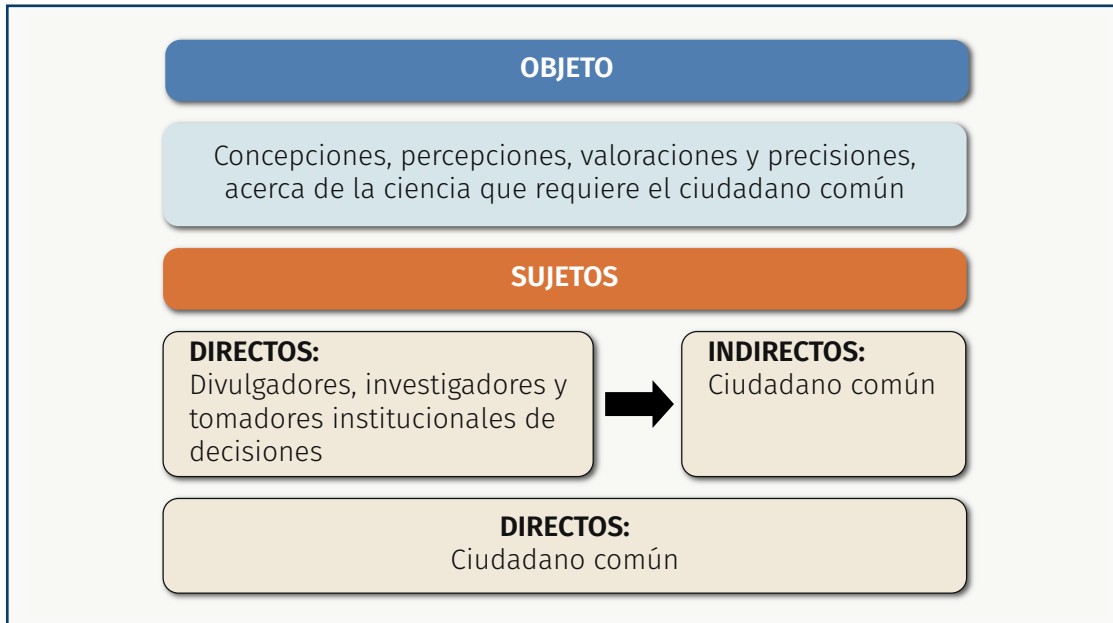


Figura 1. Objeto y sujetos del estudio.

Como objetivo general del proyecto de investigación se definió el siguiente:

Conocer lo que divulgadores, investigadores, tomadores de decisiones y población que habita en localidades urbanas representativas de diversas regiones del país piensan acerca de la ciencia que el ciudadano común requiere para entender el mundo actual y desempeñarse funcionalmente en la sociedad contemporánea, así como de la necesidad de la sociedad de contar con una ciudadanía científicamente culta para su desarrollo y bienestar social.

En congruencia con este objetivo general, los objetivos específicos establecidos son los siguientes:

- 1) A partir de una muestra amplia, conocer lo que divulgadores de diversas instituciones y grupos ubicados en distintas regiones del país piensan acerca de la ciencia que requiere el ciudadano común, de las características de la divulgación que se debe realizar y de la necesidad social de una ciudadanía científicamente culta.
- 2) Detectar cómo los divulgadores deciden los temas que divulgan.
- 3) A partir de una muestra amplia, conocer lo que investigadores de diversas disciplinas e instituciones, públicas y privadas del país, piensan acerca de lo que los ciudadanos comunes requieren saber de y sobre la ciencia, y lo que piensan sobre la necesidad social de una ciudadanía científicamente culta.
- 4) A partir de una muestra selecta, conocer lo que tomadores de decisiones del sector gubernamental, y de instituciones educativas y de diverso tipo relacionadas con la

ciencia y la tecnología, ubicadas en distintas regiones del país, piensan acerca de lo que los ciudadanos comunes requieren saber sobre ciencia, y lo que piensan sobre la necesidad social de una ciudadanía científicamente culta.

- 5) A partir de muestras relevantes de jóvenes y adultos de seis localidades urbanas de distintas regiones del país, detectar la visión predominante que tiene el ciudadano común acerca de la ciencia y sus impactos potenciales en la sociedad, cuál es su interés por los temas de ciencia y tecnología, y qué quiere o necesita saber sobre ciencia.

Respecto de su alcance, la investigación fue de tipo exploratorio, en tanto primer acercamiento al tema central, la ciencia que requieren los ciudadanos, buscando patrones descriptivos de opinión en términos de frecuencia y proporción, sin pretender identificar las causas de las opiniones ni de los hallazgos a los cuales estas opiniones condujeron. Una expectativa del equipo del proyecto fue que esta investigación estimule iniciativas futuras de investigaciones causales, que aborden y profundicen en asuntos específicos.

Geográficamente, el alcance del que se denominó componente o subproyecto 1 (enfocado en los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones) fue nacional. Por su parte, el alcance geográfico del componente o subproyecto 2 (enfocado en los ciudadanos) se circunscribió a la población urbana de seis ciudades de las zonas norte, sur y centro del país, de diversa condición socioeconómica, ocupacional y de escolaridad, y de edades a partir de los 16 años³ (figura 2).



Figura 2. Ciudades seleccionadas para el estudio de ciudadanos.

³ Se decidió que la edad mínima de las personas a ser encuestadas fuera de 16 años, que es la edad usual de ingreso a Bachillerato y en la que se cuenta ya con una visión suficientemente amplia de lo que es la ciencia.

Los criterios aplicados para la selección de las seis ciudades fueron los siguientes:

- De diversas regiones y contextos del país.
- Combinación de ciudades grandes y medianas.
- Inclusión de la Ciudad de México, por el volumen de población que concentra.
- Bajo costo de levantamiento de información.⁴
- Exclusión de ciudades de los extremos noroeste y sureste del país.

Toda la información recolectada procedió de fuentes primarias; esto es, de los divulgadores, investigadores, tomadores de decisiones y población general del segmento etario acotado. Se determinó la aplicación de los instrumentos de recolección de información mostrados en la tabla 1. En el capítulo 4 del presente libro se toca el tema con mayor detalle.

Tabla 1. *Instrumentos de recolección de información por tipo de persona a ser encuestada*

<i>Sujetos</i>	<i>Instrumentos</i>
Divulgadores (muestra amplia) ⁵	Encuesta en línea ⁶
Investigadores (muestra amplia) ⁵	Encuesta en línea ⁶
Tomadores de decisiones (muestra selecta) ⁷	Encuesta en línea ⁶
Población mayor de 16 años	Encuesta presencial en seis ciudades

⁴ Este criterio indujo a la inclusión de la ciudad de León, Guanajuato, en la muestra, ya que en esta ciudad estaba la sede del despacho encuestador.

⁵ Difusión tipo bola de nieve e invitación general.

⁶ En su mayoría son preguntas con respuestas cerradas, para procesamiento cuantitativo.

⁷ Invitación personalizada.

Capítulo 3.

Marco conceptual

La presente sección plantea la caracterización y la definición operativas de los principales conceptos que se abordan, tanto en los tópicos de interés como en los cuestionarios diseñados para recabar información sobre las opiniones de los divulgadores, investigadores, tomadores de decisiones y ciudadanos encuestados. Ellas no pretenden constituirse en un conjunto de proposiciones unívocas y precisas que aspiren a dar conclusión a las muy diversas concepciones y discusiones que se encuentran en la literatura especializada sobre los términos abordados, sino tan sólo establecer el marco conceptual que subyace en el proyecto de investigación realizado.

Ciencia

Hay diversas acepciones de la palabra “ciencia”, desde las varias que contiene el Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española, 2019), hasta las que señalan que cuando hablamos de ciencia nos estamos refiriendo tanto a conjuntos estructurados de conocimientos (conceptos, teorías, datos, etc.), como al quehacer científico (historia, filosofía, métodos, impacto social, etc.) y a la comunidad que lo realiza (científicos y tecnólogos, instituciones científicas, estructura y funcionamiento) (Padilla y Patiño, 2014).

Resulta difícil aportar una definición de ciencia ampliamente aceptada, debido a los diferentes puntos de vista sobre el alcance del término y a los diferentes usos que se hacen del mismo por razones culturales e históricas. Por ejemplo, el concepto de ciencia adquiere distintos significados en diferentes países e idiomas; en inglés, ciencia se traduce como *science*, palabra que se refiere específicamente a las ciencias naturales;⁸ en alemán, el término *Wissenschaft*⁹ es más amplio que el de ciencia en inglés, pero se le puede considerar menos amplio que el concepto en castellano, ya que en este último caso tiene su origen en la palabra latina *scientia*, que sugiere conocimiento, o en la palabra *scire*, que significa saber (Azócar, 2009). No obstante lo afirmado por Azócar, en México el término ciencia incluye tanto a las ciencias naturales como a las formales y las sociales, pero no a las humanidades.

⁸ Science (from the Latin word *scientia*, meaning “knowledge”) is a systematic enterprise that builds and organizes knowledge in the form of testable explanations and predictions about the universe (Wilson, 1999).

⁹ Se refiere a cualquier estudio que implique una investigación sistemática, y se traduce a veces como ciencia, e incluye todo estudio académico sistemático en un área, como, por ejemplo, las humanidades.

Para la Real Academia Española (RAE), ciencia es un conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales (Real Academia Española, 2019). En esta acepción del término no se menciona que una de las grandes estrategias para la obtención de conocimientos es la experimentación, ni alude a las evidencias objetivas y/o a la comprobación de los conocimientos obtenidos por distintos observadores o investigadores. Otra acepción dada por el diccionario de la lengua española de la RAE establece que ciencia es el conjunto de conocimientos relativos a las ciencias exactas, fisicoquímicas y naturales (Real Academia Española, 2019); esta concepción de la RAE se inscribe en una consideración restringida de la ciencia, pues no incluye a las ciencias sociales ni a las ciencias humanas, a las cuales define por separado.

Para Mario Bunge —físico, filósofo, epistemólogo y humanista argentino—, la ciencia es un conjunto creciente de ideas que se pueden caracterizar como conocimiento racional, sistemático, verificable y por consiguiente falible para elaborar construcciones conceptuales de mundo. Mediante estas construcciones se ha aplicado la ciencia para mejorar el medio natural, a partir de las necesidades humanas, y a crear bienes materiales y culturales; esta ciencia aplicada se convierte en tecnología (Bunge, 1989), postura que se puede inscribir en el positivismo.

El destacado investigador y divulgador mexicano Ruy Pérez Tamayo, señala que la ciencia es la actividad humana creativa cuyo objetivo es la comprensión de la naturaleza, y su producto es el conocimiento. Apunta también que el objetivo de la ciencia no es, ni debe ser, dominar a la naturaleza para explotarla en nuestro provecho, sino más bien entenderla mejor para integrarnos de manera más racional e inteligente a ella. La naturaleza incluye a los seres humanos, por lo que cabe esperar que, con mayor conocimiento de sus características, podamos relacionarnos en forma más constructiva con ella.

Este enfoque parece reducir el concepto general de ciencia a las ciencias naturales, pues, aunque aclara que se incluye a los seres humanos, esta concepción no incluye a la sociedad ni a las dinámicas sociales como objeto de estudio.

Lo que llamamos ciencia se puede considerar como el conjunto de saberes que a lo largo del tiempo han contribuido a que el ser humano alcance el conocimiento del mundo que lo rodea, así como de su propia individualidad y de los dinamismos de los grupos sociales. Por supuesto, la ciencia no es el único conjunto de saberes que las personas han construido, pero es en el mundo actual donde se encuentra la mayor y mejor fuente de conocimientos, tal vez ganando un sitio que en otras épocas estuvo ocupado por la teología, la mitología y la explicación de los fenómenos del mundo con base en las decisiones y las acciones de los dioses. Sin duda, el desarrollo científico le ha permitido a la humanidad dar respuesta a innumerables inquietudes que han surgido a lo largo de los siglos, a satisfacer una amplia variedad de sus necesidades y a resolver muchos de sus problemas en diferentes campos. Esto ha sido reconocido por la UNESCO, institución que ha publicado que la ciencia es la mayor empresa colectiva de la humanidad (UNESCO, 2020).

Junto a la ciencia hay saberes no considerados como conocimientos científicos, lo cual ha conducido a lo que en filosofía de la ciencia se conoce como problema de la demarcación, cuya resolución definiría los límites que deben configurar el concepto de ciencia (Popper, 1934). Los límites se suelen establecer entre lo que es el conocimiento científico y los saberes no científicos, entre la ciencia y las pseudociencias, y entre la ciencia y las creencias religiosas. No obstante, el problema de la demarcación —como establecimiento de un criterio aceptado para distinguir entre conocimientos científicos y no científicos, o entre teorías más o menos científicas— no ha sido resuelto por los filósofos de la ciencia ni por los propios científicos.

El conjunto de saberes que en general llamamos ciencia ha sido clasificado en tres grandes grupos:

- Las *ciencias fácticas*, que son aquellas que se enfocan en el estudio de hechos materiales de la naturaleza a través de la experimentación y la observación. En este grupo están la Física, la Química, la Biología y las Ciencias de la Tierra, entre otras.
- Las *ciencias formales*, que se enfocan en el estudio de entidades abstractas mediante procesos de deducción y de inferencia inductiva. Entre ellas se encuentran, entre otras, las Matemáticas, la Lógica y la Programación computacional.
- Las *ciencias sociales y humanas*, que se enfocan en el estudio de los fenómenos relativos al ser humano, su conducta e interacción. Dentro de ellas se encuentran la Psicología, la Sociología, la Economía, la Educación, la Antropología y la Ciencia Política, entre otras.

La concepción de ciencia a la cual se adscribe el equipo de trabajo del presente proyecto no se restringe a las llamadas ciencias fácticas y formales, ya que también comprende a las ciencias sociales y humanas:

La ciencia es un sistema de conocimientos estructurados que resulta del estudio, investigación e interpretación de los fenómenos naturales, sociales y artificiales, así como de entidades abstractas.

Ciencia, sociedad y ciudadanos

A lo largo de la historia, el ser humano ha procurado garantizar y mejorar su nivel de vida mediante un mayor conocimiento del mundo que le rodea y un dominio más eficaz del mismo, mediante un desarrollo constante de la ciencia [...] La ciencia es uno de los factores esenciales del desarrollo social y está adquiriendo un carácter cada vez más masivo (Márquez, 2010).

Actualmente la ciencia se relaciona profundamente con la realidad social y está inmersa en ella. Las reflexiones acerca de las condiciones en que se desarrolla la cien-

cia y el proceso de producción del conocimiento y su incidencia social le han dado un giro respecto al sentido único del progreso científico-tecnológico, inicialmente orientado al servicio exclusivo de la comunidad científica, para enfocarse en la oferta de servicios a la sociedad, como se refleja en la preocupación por la incidencia de la ciencia en “bienes sociales o comunes” (Muñoz, 2002).

La importancia de la ciencia y la tecnología, y su influencia en los procesos de transformación de las sociedades contemporáneas, son indiscutibles (Vogt y Polino, 2003). La producción de ciencia y tecnología tiene un impacto significativo sobre las diversas dimensiones sociales: económica, política, comunitaria, de dominio institucional especializado (educación, salud, leyes, bienestar y seguridad social, entre otros), la cultura y los valores (la industria cultural, las creencias, las normas y los comportamientos) (Holzner *et al.*, 1987). La ciencia y la tecnología, pero especialmente esta última, son un motor de cambio social: la tecnología tiene el potencial para modificar valores individuales y sociales, instituciones, la estructura social, etcétera. Por ello, se han ubicado en el centro de numerosos conflictos sociales contemporáneos (Luján, 2002, en Fuentes y Casados de Ocola, 2004).

Las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad se pueden interpretar de distintas maneras, aunque es cada vez más evidente la necesidad de que la sociedad esté presente en la actividad científica y tecnológica. Por ello, es importante que la educación se oriente a propiciar la formación de una ciudadanía capaz de comprender, de manejarse y participar en un mundo en el que la ciencia y la tecnología están cada día más presentes (Tagüena, 2008).

Es difícil exagerar la importancia de la ciencia en el mundo actual. Sin embargo, para muchas personas la ciencia es algo todavía lejano y un tanto difuso, que se suele identificar con descubrimientos científicos notables, o bien con nombres de científicos destacados (Marino, 2001).

No obstante, como lo han revelado investigaciones y encuestas en México y otros países, para proporciones mayoritarias de la población urbana (lo que podríamos llamar el “ciudadano urbano típico”) no son evidentes estas relaciones entre la ciencia y la sociedad (Padilla y Patiño, 2014):

- Para ellos, no es claro el papel social de la ciencia ni el impacto de esta en su vida cotidiana (Heredia, 2012; Padilla y Patiño, 2011).
- Consideran que el conocimiento científico es poco útil en diversos aspectos de sus vidas (Padilla y Patiño 2011; Patiño y Padilla 2016).
- Para los ciudadanos urbanos típicos, lo más evidente son los productos tecnológicos que se derivan del avance de la ciencia, los cuales forman parte de la vida cotidiana: celulares, computadoras, aparatos médicos, etc. Confunden la ciencia con la tecnología (Padilla y Patiño, 2011).

- Saben que la ciencia es importante,¹⁰ pero en su mayoría desconocen los modos de proceder en el quehacer de la ciencia (CONACYT, 2014; CONACYT, 2016).
- Al menos en México y en Brasil, un alto porcentaje de la población desconfía de los científicos y los considera potencialmente peligrosos (CONACYT, 2016; CGEE, 2017).

En suma: una característica de muchas sociedades contemporáneas es la creciente dependencia y la intensa relación de sus formas y prácticas de vida con los avances y productos de la ciencia y la tecnología; sin embargo, el ciudadano común parece estar en general ajeno al quehacer de la ciencia y a la comprensión plena de sus impactos potenciales.

El reconocido investigador, escritor y divulgador catalán Jorge Wagensberg (2001, pp. 22 y 23) propuso que la formación de opinión pública científica es un requerimiento del sistema democrático que nos hemos regalado a nosotros mismos. La ciencia es la forma de conocimiento que más influye en la vida de las personas. Pero en una democracia todos los votos valen igual; por lo tanto, el alejamiento entre ciencia y ciudadanía es una contradicción esencial de la democracia moderna.

La ciencia como elemento constitutivo de la cultura

Ante la recurrida pregunta sobre qué es la ciencia, la historiadora de la ciencia Patricia Fara plantea que no hay una única respuesta, y su afirmación se basa fundamentalmente en que la ciencia está enmarcada culturalmente; es decir, es un producto cultural (Fara, 2014). A ello se puede agregar que la ciencia es una construcción social, cuyo sentido y práctica están enmarcados en dinámicas y estructuras sociales específicas, que la dotan de significado y propósito en un momento histórico determinado.

El carácter de la ciencia como producto cultural y como constitutivo de la cultura apunta tanto a las prácticas de producción de conocimiento científico como a los discursos especializados y no especializados que lo difunden, y también a los procesos interpretativos que determinan su inserción y apropiación en el imaginario de científicos y no científicos.

Cultura es una de las palabras más polisémicas, ambiguas y manipulables del lenguaje. El antropólogo y filósofo Mosterín, propone que cultura es todo aquello que modela nuestro comportamiento y que no es producto de la genética (Mosterín, 2007). Para los antropólogos de mediados del siglo XIX, la cultura es un todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, las leyes, las costumbres y todas las demás capacidades y hábitos que adquiere el ser humano como miembro de la sociedad. Desde esta perspectiva, cultura es igual al todo social. De acuerdo con

¹⁰ Las encuestas internacionales muestran que, en todo el mundo, la mayoría de las personas piensa que los resultados benéficos del desarrollo científico y tecnológico son mayores que sus resultados perjudiciales. Brasil se destaca como uno de los países más optimistas en este sentido, con un índice similar al de China (CGEE, 2015).

Loaiza, es una abstracción de la conducta humana concreta, pero no es en sí misma la conducta. Dentro de la cultura también se consideran los patrones de conducta, explícitos e implícitos, transmitidos a través de los símbolos. El término cultura puede aparecer incluido en una gran cantidad de discursos diferentes, lo que significa que no se puede trasladar una definición fija de cualquier contexto discursivo a otro y esperar que sea válido (Loaiza, 2003). No obstante, a pesar de ser polifacético, el concepto de cultura ha aparecido tanto en los medios asociados con las actividades de los gremios de las artes (otra palabra polisémica), que prácticamente se han vuelto sinónimos. Este cambio de significado no tendría importancia si no fuese por las connotaciones excluyentes de otros campos de la actividad humana, como el deporte, la política, la religión y la ciencia.

En algunos contextos se sigue asumiendo que cultura implica estatus, instrucción o bellas artes; asimismo, a la ciencia, consciente o inconscientemente, se le suele excluir del montón de objetos, cacharros, pinturas, esculturas, museos, monumentos, libros, códices, bibliotecas, música, teatro, literatura o cine, que en nuestro imaginario colectivo distinguimos como cultura, sin considerar que la ciencia está contenida en todas esas manifestaciones culturales, e incluso las determina (Loaiza, 2003).

Si se parte de una concepción de cultura que se refiere, según plantea el sociólogo J.B. Thompson, tanto a valoraciones, representaciones y percepciones como al contexto económico, político y sociocultural en que se insertan las formas simbólicas y su interpretación (Thompson, 1993), la ciencia forma parte de la cultura de una gran cantidad de sociedades del mundo contemporáneo, en distinta medida y con diferentes grados de acceso, apropiación y valoración. Este conjunto de diferencias determina, a su vez, la posibilidad de que la ciencia —como pensamiento y modelo para entender el mundo— se incorpore a los recursos de interpretación del mundo natural y social.

Por su parte, los académicos Manassero *et al.*, establecen como parte de su propuesta teórica para un estudio sobre la influencia de la ciencia en la cultura con sujetos jóvenes, que “la sociología del conocimiento científico ha ido más lejos aún, sosteniendo que este no puede explicarse adecuadamente sin recurrir a los factores sociales; es decir, que no hay un conocimiento científico vinculado exclusivamente a razones racionales y cognitivas. Numerosos estudios enmarcados en la sociología de la ciencia, sobre todo desde la perspectiva postmoderna, han venido a mostrar que la ciencia, como cualquiera de las múltiples actividades humanas, se construye socialmente y, por tanto, está sometida a las influencias de la sociedad y su cultura; a la vez, también influye en ellas como consecuencia de una interacción mutua, que es propia de cualquier sistema humano (González *et al.*, 1994; Lamo, González, y Torres, 1994; Latour y Woolgar, 1979)” (Manassero *et al.*, s/f).

Percepción pública de la ciencia

La percepción está determinada por necesidades, valores sociales, aprendizajes y, en general, por las características permanentes y temporales de cada persona, objeto o fenómeno en cuestión (Morales *et al.*, 1999). La percepción que se tiene de una per-

sona o de algún fenómeno depende del reconocimiento de emociones. A partir de las reacciones de las personas, las impresiones sobre otra persona, un fenómeno o una situación, se forman a partir de la unión de diversos elementos informativos que se recolecten en los primeros instantes de interacción, así como por atribuciones causales o búsqueda de alguna causa que explique la conducta y los hechos observados (Moya, 1999). Para Asch (1946), las impresiones (que son la base de las interpretaciones que constituyen las percepciones) tienen una estructura integrada por cualidades centrales y cualidades periféricas. La introducción u omisión de un único rasgo alteraría la impresión global y, por ende, matizaría la percepción resultante.

Relacionada con la percepción, la actitud constituye el componente evaluativo de las representaciones o impresiones (Eagly & Chaiken, 1993). Las actitudes intervienen como elementos primarios en la estructuración de discursos sobre objetos y eventos de controversia pública; además, proporcionan una dimensión evaluativa a partir de la cual se incorporan datos a los sistemas de creencias, los pondera y le dan significación al sistema representacional (Parales y Vizcaíno, 2007).

Lo que se ha llamado percepción pública de la ciencia tiene que ver, indudablemente, con la cultura científica de la población en general.

La percepción social de cualquier tema se configura socialmente (Berger y Luckman, 2008), y cuando está profundamente arraigada en la cultura, generalmente las personas viven inmersas en un conjunto de paradigmas y modelos mentales que se vuelven incuestionables, o incluso imperceptibles. La manera en que concebimos el mundo modela nuestro comportamiento, actitudes, decisiones y acciones, estemos o no conscientes de ello. De qué manera el ciudadano común percibe los múltiples impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad y en su vida, cómo se vincula con el ámbito científico-tecnológico, qué piensa sobre los resultados de la aplicación del conocimiento, cómo asume el riesgo que entraña el desarrollo de ciertas tecnologías, de qué manera dirige las controversias que la investigación científica produce, cómo se apropia del conocimiento generado, cuánta confianza tiene en los científicos y especialistas, qué tipo de conocimiento científico debería incorporar a sus saberes, qué actitud adopta frente al sistema científico local, y otras cuestiones por el estilo que podrían seguir formulándose, son temas que, con mayor o menor éxito, la bibliografía sobre la materia intenta responder desde hace varios años; es una tarea ardua y compleja, pero ineludible para quienes desean incidir en los procesos sociales y provocar un cambio cultural.

En la literatura especializada se encuentran diversas concepciones sobre la percepción pública de la ciencia. Por ejemplo, para el INEGI y el CONACYT, se refiere al entendimiento y la actitud de las personas respecto de las actividades científicas y tecnológicas (INEGI, 2017); por su parte, otra propuesta la hace equivalente a la apreciación y el apoyo público a la ciencia (García, 2010).

Para efectos del proyecto de investigación que aquí se reporta, se asume que la percepción pública de la ciencia y la tecnología se puede definir como (Padilla y Patiño, 2015):

“La imagen *predominante* en el contexto cultural de un cierto conjunto social, acerca de la naturaleza, el papel en la sociedad y los efectos de la ciencia y la tecnología”.

Este tipo de imagen se constituye también por valoraciones y conceptualizaciones, no solamente por percepciones, aunque estas son una parte fundamental de aquella.

Alfabetismo, cultura científica, y apropiación de la ciencia y la tecnología

Dependiendo del lugar, se utilizan diversos términos para nombrar conceptos relacionados con la cultura científica; los más utilizados son los siguientes (Padilla y Patiño, 2011):

- Alfabetismo científico (*science literacy*).
- Comprensión pública de la ciencia (*public understanding*).
- Conciencia pública (*public awareness*).
- Percepción pública (*public perception*).
- Cultura científica (*scientific culture*).
- Apropiación social de la ciencia (*social appropriation*).

Varios de estos términos se utilizan de manera equivalente: comprensión pública de la ciencia se usa más en Inglaterra, alfabetismo científico se emplea más en Estados Unidos y cultura científica se utiliza más en Francia (Laugksch, 2000); en Canadá es más generalizado el término *public awareness*, y en Colombia y otros países el de apropiación.

La literatura especializada da cuenta de una variedad de usos y acepciones de los términos mencionados, al referirse a las complejas interacciones entre la ciencia y la tecnología, por una parte, y la sociedad y la cultura por otra.

Son de particular relevancia los conceptos de percepción pública de la ciencia, alfabetismo científico, cultura científica, y apropiación de la ciencia y la tecnología, para el desarrollo de modelos teóricos en los campos de la investigación sobre la relación entre ciencia y sociedad, y de la divulgación tecnocientífica. Evidentemente, estos conceptos y sus connotaciones están muy entrelazados, aunque se pueden establecer algunas diferencias y características distintivas entre ellos.

A manera de marco referencial para efectos de la investigación que se reporta en el presente documento, se adoptan las caracterizaciones contenidas en los siguientes párrafos, tomadas en su mayoría del trabajo de Padilla y Patiño (2011).

Alfabetismo científico

Con respecto al alfabetismo científico (llamado por algunos, ilustración científica) hay diversas posturas y concepciones.

Entre las posturas extremas están, por un lado, las de especialistas como George de Boer,¹¹ quien ha planteado que “personas con una comprensión extremadamente limitada de la ciencia funcionan muy bien en la sociedad, muchas de ellas en altos niveles de sus profesiones. No hay razón para creer que la seguridad nacional, la economía, la forma democrática de vida y la preminencia de la ciencia, se ven amenazadas por el bajo nivel de alfabetismo científico y matemático de la población en general” (De Boer, citado por Gascoigne, 2016). Por otro lado, están las representadas por Carl Sagan, quien pensaba que: “Hemos preparado una civilización global en la que los elementos más cruciales [...] dependen profundamente de la ciencia y la tecnología. También hemos dispuesto las cosas de modo que nadie entienda la ciencia y tecnología. Esto es una garantía de desastre” (Sagan, 1997, p.44), y consideraba que es peligroso y estúpido que permanezcamos ignorantes acerca de, por ejemplo, el calentamiento global, el deterioro de la capa de ozono, los desperdicios tóxicos y radioactivos, y la lluvia ácida.

El alfabetismo científico constituye, en términos simples, “lo que el público debería saber sobre la ciencia” (Durant, 1993), y según Hazel y Trefil, es “el conocimiento que necesitan los ciudadanos para comprender temas públicos de ciencia; una mezcla de hechos, vocabulario, conceptos, historia y filosofía. No es una materia especializada de los expertos, sino el conocimiento más general, menos preciso [...] *Hacer* ciencia es distinto a *usar* ciencias, y la alfabetización científica se refiere a esto último” (Hazen y Trefil, en Martínez y Flores, 1997). Pero también se ha dicho que comúnmente implica una apreciación de la naturaleza, las metas y las limitaciones generales de la ciencia, acopladas con algún entendimiento de las ideas científicas más importantes (Jenkins, 1994). Es, sin embargo, generalmente aceptado, que estas concepciones enmascaran diferentes significados e interpretaciones, debido, por ejemplo, a distintas posturas acerca de lo que el público debería saber de y sobre la ciencia (tópico sobre el cual no hay acuerdo alguno, y probablemente sea difícil que lo haya), así como acerca de quién es “el público”. Las diferencias, tanto en su significado como en su interpretación, pueden haber dado la impresión de que el alfabetismo científico es un concepto difuso, mal definido y difícil de medir (Laugksch, 2000).

Parece evidente que las diversas concepciones que se han vertido en la literatura especializada sobre el alfabetismo científico involucran el conocimiento, por parte del ciudadano común, de algún conjunto de conceptos y hechos básicos, como los que se enseñan en los niveles básico y medio del sistema educativo formal, junto a otros que se comentan frecuentemente en los medios de comunicación y las campañas de salud (por ejemplo, el proceso de cambio climático a nivel mundial o que el tabaquismo implica el riesgo de que aparezca un cáncer). Es claro que no hay acuerdo acerca de tal conjunto y se ve difícil que lo haya; sin embargo, hay que tener en cuenta que las decisiones acerca de los temas y conceptos que se abordan en los planes y pro-

¹¹ Director del Proyecto 2061 de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS).

gramas de estudio de las escuelas implican, de hecho, asumir una postura; es decir, de lo que deberían saber los ciudadanos en formación.

Para efectos del proyecto de investigación relacionado con el presente documento, se asume la propuesta que define el alfabetismo científico derivada de la planteada por Padilla y Patiño (2011, 2015):

“Nivel de conocimientos básicos y de habilidades de pensamiento relacionados con la ciencia, que son requeridos por el ciudadano común en el conjunto de roles que debe desempeñar en su contexto social”.

En esta propuesta no sólo se consideran conocimientos de conceptos, hechos y fenómenos, sino que se incluyen habilidades relacionadas con el pensamiento científico, como la capacidad de observación, el pensamiento analítico, la deducción, el razonamiento lógico, la abstracción simbólica y la validación con base en evidencias.

Alfabetismo tecnológico

Un concepto que se incluye frecuentemente en el de alfabetismo científico es el de alfabetismo tecnológico. Evidentemente ambos conceptos están asociados, al igual que lo están ciencia y tecnología, pero son en realidad distintos.

Cuando se comenta sobre la capacidad de las personas para manejar con cierto grado de destreza las computadoras y los programas que, por ejemplo, comprenden el *Office*®, no se está diciendo que tengan necesariamente conocimientos científicos relacionados con la computación o la informática, o que sepan cómo funcionan los equipos de cómputo, o de cómo se han programado el *Word*® y el *Excel*®, sino que en realidad se está haciendo referencia a los conocimientos sobre las características tecnológicas y técnicas que permiten aplicar con eficiencia y eficacia esos recursos. Algo similar se podría decir, por ejemplo, sobre la capacidad de los obreros que manejan sofisticados equipos de producción y de control en las fábricas de automóviles.

El analfabetismo tecnológico ha surgido como consecuencia de los rápidos y amplios avances en el desarrollo tecnológico que ocurren permanentemente en el planeta en diferentes campos. Para el ciudadano común, el analfabetismo tecnológico en relación con las tecnologías implicadas en aparatos, dispositivos y procesos para las diversas actividades de la vida diaria (aparatos domésticos, equipos para actividad laboral, procesos bancarios, trámites en línea, etc.) puede tener diversas causas, como la falta de acceso a las tecnologías (por motivos económicos, geográficos o de otra índole), y está asociado a baja escolaridad, tecnofobia, miedo, inseguridad, etc.

Una característica relevante del analfabetismo tecnológico es la retroactividad; esto es, que alguien que no es analfabeto tecnológico hoy, puede llegar a serlo mañana debido a su dificultad para adaptarse a los cambios en las tecnologías con las que convive, incluyendo de manera muy importante a las tecnologías digitales.

El alfabetismo tecnológico es la capacidad para comprender y utilizar las nuevas tecnologías implicadas en los objetos y procesos con los cuales la persona ha de convivir y utilizar en diversos ámbitos de la vida cotidiana (el laboral, el de aprendizaje, la comunicación, las relaciones sociales, el manejo del dinero electrónico, etc.), aunado a la capacidad de adaptación y aprendizaje para apropiarse de las novedades que van surgiendo en esas tecnologías.

La incapacidad para manejar la tecnología se constituye en un punto en contra para estudiar, trabajar o desenvolverse en cualquier ámbito de la vida en la sociedad actual.

Cultura científica

La noción de cultura científica es variada, discutida y problemática. En general, se le asocia con una concepción ortodoxa de ciencia, entendida como un cúmulo coherente de conocimientos certeros, que se construye bajo la atenta vigilia de una metodología fiable sobre una realidad natural subyacente. Este es el legado de la tradición positiva que apela a la objetividad de la ciencia y su espíritu altruista. La cultura científica se entiende entonces como forma de instrucción, de acumulación del saber, sea este socialmente válido o no. En este sentido, cultura científica y alfabetización científica están asimiladas.

No obstante, la alfabetización científica no tiene un carácter equivalente a la cultura científica, ya que esta última exige una mirada sistémica sobre instituciones, grupos de interés y procesos colectivos estructurados en torno a sistemas de comunicación y difusión social de la ciencia, participación ciudadana o mecanismos de evaluación social de la ciencia, ausente en la primera, en la medida en que la alfabetización científica se centra en el individuo (Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003). Queda claro que el término de cultura científica debe abarcar conceptos y componentes de un modo más amplio que el de alfabetismo científico.

Hablar de una cultura científica implica considerar el conjunto de saberes que el ser humano contemporáneo no puede ignorar, que le permitan entender y participar en las cuestiones que aquejan a su sociedad; estar enterado de algunos hechos, familiarizado con algunos conceptos generales, conocer el funcionamiento de la ciencia, sus métodos y cómo se llega a las conclusiones; asimismo, conocer algo de la vida de los científicos, de sus penas y preocupaciones, pues tener una cultura científica proporciona al individuo social información en tres dimensiones: la descriptiva (su mundo, el universo, la vida, la materia, su ser); la práctica (cómo se llega al conocimiento científico, qué le permite ser confiable, qué elementos están involucrados en su obtención y desarrollo, cómo es que resuelve problemas, cómo aplica ese conocimiento), y, finalmente, la valorativa (para qué hacerlo, qué fines conlleva) (Pallares, 2000).

En este sentido, Padilla y Patiño (2011, 2015) han propuesto que la cultura científica comprende conocimientos básicos de conceptos de varios campos de la ciencia y la tecnología, un razonamiento crítico y un razonamiento probabilístico básico, la comprensión de lo que puede o no ser un método científico, la comprensión del quehacer

científico en general, y el entendimiento del papel y el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad. A esta propuesta de cultura científica se pueden añadir la comprensión de la ciencia y la tecnología como parte de la cultura, la imagen de la ciencia como conocimiento legítimo, y la capacidad para dar cuenta de una interpretación y valoración del conocimiento científico como modelo de explicación y acceso a la comprensión del mundo natural y social.

El razonamiento crítico incluido en esta propuesta tiene un sentido amplio, pues no se restringe sólo a la aplicación de un pensamiento crítico ante las diversas afirmaciones que el ciudadano encuentra cotidianamente en las noticias, en lo que dicen los políticos y los gobernantes, en las ofertas que hacen los promotores de productos “milagro” o de pseudociencias, sino también, y de manera muy importante, ante los desarrollos de la propia ciencia y el destino que se da a ellos.

El planteamiento de Padilla y Patiño acerca de la cultura científica es sin duda de tipo general, aunque Godin y Gingras han advertido acerca de los diversos roles sociales que las personas desempeñan, los cuales pueden implicar distintos matices en lo que puede consistir “su” cultura científica diferenciada. Así, para los gobernantes, la cultura científica y tecnológica puede residir en la habilidad para diseñar y aplicar políticas públicas de ciencia y tecnología que sean relevantes. Para los directivos de la industria puede residir en la capacidad para invertir inteligentemente en investigación, y para evaluar y seleccionar de entre un grupo de nuevas tecnologías, así como para proveer adecuado mantenimiento a los equipos y entrenamiento a los empleados. Para el trabajador puede consistir en contar con las destrezas necesarias para comprender (al menos en parte) y utilizar la tecnología, de manera que le permita realizar una tarea dada. Para los docentes puede significar la adecuada transmisión de conocimientos y habilidades necesarias a los estudiantes. Para los padres de familia podría significar la capacidad para despertar en sus hijos el interés por la ciencia y la tecnología, y para transmitir el conocimiento tácito de las interacciones sociales y tecnológicas mundanas. Para el ciudadano ordinario la cultura científica y tecnológica podría significar mantenerse al día con respecto a la información actual, con el fin de tener una opinión educada sobre el quehacer científico, así como para desarrollar conciencia en el uso cotidiano de tecnologías en temas relacionados, por ejemplo, con la salud, la nutrición y el medioambiente (Godin y Gingras, 2000).

La noción de cultura científica se utiliza frecuentemente en el campo; sin embargo, no disponemos de una definición clara, contrastada y de uso homologado. Una de las propuestas más completas para darle consistencia teórica al concepto es la desarrollada por académicos del grupo de investigación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) de la Universidad de Oviedo.

Aquí se retoma lo planteado por Gutiérrez (2019) en su tesis de maestría, defendida en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), por considerar que sintetiza claramente tal propuesta y relaciona el modelo de cultura científica de Laspra que se adoptó en el análisis de los resultados de la investigación que se reporta:

La propuesta realizada desde esta perspectiva [grupo de investigación CTS de la Universidad de Oviedo] es particularmente relevante, ya que se ha construido sobre la crítica a la concepción heredada de la ciencia, e intersecta de modo interdisciplinario la filosofía de la ciencia, la comprensión social de la ciencia y la comunicación social de la ciencia, incluyendo en esta última la enseñanza no formal de la ciencia.

En su tesis doctoral *Concepto y dimensiones de la cultura científica*, Laspra (2016) hizo una propuesta conceptual a partir de una revisión exhaustiva de cómo se ha medido la cultura científica y, por ende, cómo ha sido definida. Tomando como guía el trabajo de Bauer (2012) y propuestas relevantes, como la llamada “Escalera de la Cultura Científica”, de Cámara Hurtado y López Cerezo (2012), el trabajo avanza en la concepción de cultura científica.

Laspra señala que, tradicionalmente, “la mayoría de las definiciones de cultura científica que se han propuesto se han realizado a la sombra de los resultados de los estudios de comprensión y percepción social de la ciencia” (2016). Esto ha derivado en que los aspectos que se destacan con mayor frecuencia corresponden, por una parte, a los conocimientos de ciencia (congruente con la postura y evaluación del paradigma de alfabetización científica), y a las actitudes y valores asociados a la ciencia (priorizado con el paradigma del *Public Understanding of Science* (PUS)). Su trabajo representa una aportación importante, ya que recupera, hace explícito e integra, conceptual y empíricamente, un tercer elemento de la cultura científica: la disposición a la acción (compatible con los paradigmas de participación).

El concepto construido propone a la cultura científica como un fenómeno y un proceso multidimensional de apropiación de la ciencia que involucra los contenidos científicos y metacientíficos, las actitudes hacia la ciencia y la disposición a la acción con base en ello. Esta construcción se desarrolla con base en la literatura académica del campo PUS, la revisión de las propuestas para su medición y, en particular, deriva de la idea propuesta por Cámara Hurtado y López Cerezo:

“La adquisición de cultura científica por el individuo no sólo consiste en un enriquecimiento cognitivo, sino también en el reajuste de su sistema de creencias y actitudes y, especialmente, en la generación de disposiciones al comportamiento basadas en información científica tanto en situaciones ordinarias de la vida como en situaciones extraordinarias”. (2008).

Al hablar de las disposiciones al comportamiento en situaciones de la vida cotidiana, este planteamiento apunta al concepto de apropiación de la ciencia.

Laspra presenta un concepto de tres dimensiones: la epistémica (cognitiva), la axiológica (actitudinal-valorativa) y la praxeológica (comportamental) (figura 3).

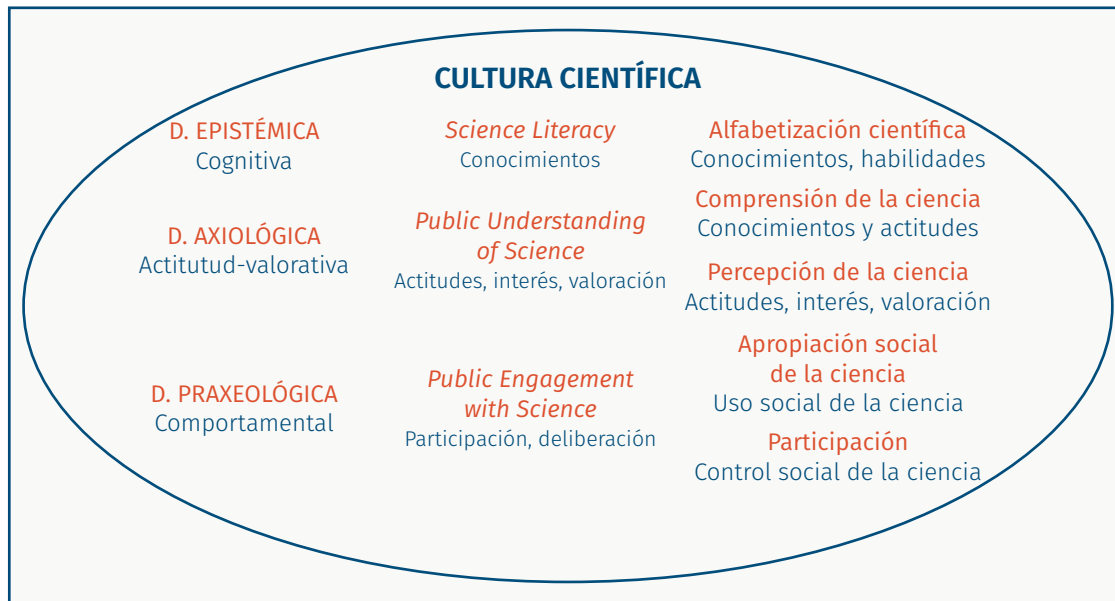


Figura 3. Concepto multidimensional de la cultura científica. FUENTE: Basada en Gutiérrez, 2019.

Dimensión epistémica

Esta dimensión remite a los elementos cognitivos de la cultura científica. Comprende los conocimientos científicos tradicionales sobre ciencia escolar que se han medido generalmente mediante preguntas de alfabetización, frecuentemente vinculados con la denominada “ciencia escolar”. Propone, además, incluir cuestiones sobre tecnología e informática, cuestiones sociales que involucran aspectos de la ciencia y la tecnología sujetas a controversia (temas locales, además de temas de amplio interés, como el cambio climático, el uso de la energía nuclear o las vacunas), el conocimiento de los beneficios, los perjuicios y los riesgos que conlleva el desarrollo científico y tecnológico, y el entorno estructural de la producción científica, como la regulación y las instituciones.

Dimensión axiológica

Esta dimensión implica lo actitudinal-valorativo de la cultura científica. Comprende el entramado de actitudes, intereses y valores de la sociedad hacia la ciencia, que tradicionalmente ha sido estudiado en las investigaciones sobre percepción y comprensión de la ciencia. En esta dimensión se destaca la importancia de contemplar la valoración más allá del “optimismo prociencia” y “el pesimismo anticiencia”, e integrar la posibilidad de una actitud crítica; es decir, la valoración positiva o negativa de los resultados, y la percepción de riesgos y beneficios como elementos separados.

Dimensión praxeológica

Esta dimensión implica lo comportamental de la cultura científica; es decir, el estudio de los elementos y dimensiones concernientes a la praxis: la creación o

modulación de disposiciones comportamentales y acción humana. Hacer explícita esta dimensión obedece a la necesidad de construir un concepto vinculable con las nociones de participación y *engagement*, y a la idea de que la cultura científica va más allá de la acumulación de información técnica, que implica también la apropiación significativa de contenidos y métodos en la generación de disposiciones a la acción y a las conductas (López Cerezo & Cámara Hurtado, 2007).

En palabras de los autores: “Ser científicamente culto no sólo es saber más ciencia, sino practicar la ciencia: llevarla a la vida diaria a través de la potenciación de las capacidades de los individuos para tomar decisiones y elegir cursos de acción” (Cámara Hurtado & López Cerezo, 2007, p. 41).

La dimensión praxeológica incluye aspectos como la toma de decisiones frente a una controversia científica según la información consultada, disposición a la acción y realización o suspensión de acciones según el consumo de información científica y la reorganización cognitiva.

Apropiación de la ciencia y la tecnología

En la diversidad de definiciones de cultura científica que se puede encontrar en la literatura especializada, es posible notar que algo común a todas ellas es la idea de apropiación de la ciencia y la tecnología, lo cual llevó a Godin y Gingras (2000) a definir la cultura científica y tecnológica como la expresión de todos los modos a través de los cuales los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y la tecnología. El valor de esta definición reside en que es posible aplicarla tanto a los individuos como a las instituciones y a la sociedad como un todo.

En general, la apropiación es la acción y el resultado de tomar para sí alguna cosa, haciéndose “dueño” y/o “usuario” de ella. Tal cosa puede ser algo material, algo conceptual y aun algo cultural, y hacerse dueño no implica necesariamente propiedad física, patrimonial o legal. De esta manera, puede haber una apropiación cultural, como ocurre, por ejemplo, entre comunidades fronterizas, cuando una de ellas absorbe rasgos y comportamientos relevantes de la cultura que está del otro lado de la frontera. A nivel social, la apropiación de la ciencia y la tecnología puede referirse a que el pensamiento científico y el uso amplio de la tecnología formen parte de —o hayan sido absorbidos por— la cultura general de una sociedad en particular.

En este sentido se puede hacer referencia a lo que León Olivé denominó “apropiación fuerte de la ciencia”, que se produce cuando el conocimiento científico y tecnológico se incorpora realmente en otras prácticas y las transforma; por ejemplo, en prácticas cotidianas de higiene, o en prácticas productivas como las agrícolas, pesqueras, artesanales, etc., en las cuales el conocimiento se utiliza para comprender y resolver problemas. En estos casos el conocimiento se incorpora, literalmente, a las prácticas en cuestión, y es cuando se puede decir que la cultura científica se ha articulado con otras [culturas] (Olivé, 2011, p. 116).

La apropiación de la ciencia ocurre en dos niveles: el personal y el social. Para que ocurra una apropiación social es necesario que una gran proporción de los miembros de la sociedad se hayan apropiado de la ciencia en lo personal; es improbable que una sociedad pueda apropiarse de la ciencia y la tecnología sin proveerse a sí misma de ciudadanos científicamente cultos; entre ellos, investigadores y tecnólogos, aunque también de personas que no se encuentran ligadas al sector de ciencia y tecnología, como docentes, gobernantes, empresarios y ciudadanos en general.

No obstante, como lo han señalado Godin y Gingras (2000), se debe distinguir entre la cultura científica y tecnológica dentro de una comunidad restringida (como la de los investigadores), y la del ciudadano medio; dado que la ciencia y la tecnología “tocan” de una manera diferente a cada persona, dependiendo de su rol social y posición, ello explica por qué la cultura científica y tecnológica varía en cada individuo. La cultura científica y tecnológica de un ingeniero es diferente de la de un trabajador manual adulto, la cual es a su vez distinta de la de un estudiante.

En relación con la dimensión social de la cultura científica y de la apropiación social de la ciencia y la tecnología, Godin y Gingras plantean la necesidad de reconocer que la cultura científica y tecnológica es mucho más que la mera suma de la dimensión cultural de todos y cada uno de los individuos de una sociedad dada, y que también se debe tener en cuenta el carácter colectivo de la cultura científica y tecnológica. En este contexto, la presencia y el desarrollo de las asociaciones y sociedades científicas, así como de la legislación pública enfocada a controlar la ciencia y la tecnología [...] contribuyen a la cultura (Godin y Gingras, 2000).

En cuanto a las instituciones que permiten a la sociedad apropiarse de la ciencia y la tecnología en el nivel social, los sitios donde ellas se manifiestan de manera más evidente son, en el caso de la ciencia, las universidades y los laboratorios gubernamentales; en el caso de la tecnología son las empresas de alta tecnología y la infraestructura técnica de la sociedad (sistemas de transporte, de comunicación, de suministro de energía, etc.), y las instituciones no universitarias de enseñanza y educación en general. Todas las instituciones que brindan soporte a las anteriores (tales como agencias de financiamiento para la investigación, compañías de capital de riesgo, asociaciones científicas y de ingenieros, firmas consultoras, establecimientos de mantenimiento y reparación técnica, etc.), deben ser también consideradas. Asimismo, se deben incluir dependencias gubernamentales, establecimientos de capacitación técnica, medios de comunicación, museos, bibliotecas públicas, clubes científicos, y organizaciones dedicadas a la promoción y divulgación de la ciencia y la tecnología. Finalmente, instituciones recientemente establecidas enfocadas en el manejo de las transformaciones tecnocientíficas de la sociedad, tales como agencias regulatorias y de certificación, parques tecnológicos y otras, deben ser también consideradas en el sistema social relacionado con la cultura científica y tecnológica de la sociedad en su conjunto (Godin y Gingras, 2000).

Cada una de estas instituciones, que esté directa o indirectamente involucrada en la ciencia, la tecnología y la innovación, contribuye a la apropiación social de la ciencia y la tecnología a través de sus mandatos financieros, regulatorios, educativos, de comuni-

cación, de promoción o de coordinación. La suma de estas actividades constituye la parte colectiva de la cultura científica y tecnológica. La presencia o ausencia de estas actividades revela un mayor o menor grado de apropiación colectiva, o un nivel más alto o más bajo de inversión social en la cultura científica y tecnológica (Godin y Gingras, 2000).

La apropiación social de la ciencia y la tecnología puede ser considerada como el nivel sociocultural más complejo y completo en la relación de la ciencia y la tecnología con la sociedad.

Regresando a la dimensión individual de la apropiación de la ciencia y la tecnología, se plantea la siguiente reflexión: A lo largo de su vida, cada persona va formando su cultura científica y se va apropiando, en mayor o menor medida, de la ciencia y la tecnología, así como de una cultura de la innovación, bajo la influencia de diversos agentes, los cuales incluyen, de manera muy importante, el ambiente y la cultura de su familia y de su comunidad inmediata. En este conjunto, los divulgadores son un factor importante, pero no el único, como tampoco lo es la escuela, que es tal vez el ámbito con mayor influencia en el desarrollo inicial de la cultura científica de un individuo, pues probablemente sea en ella donde se despierte en las personas el interés por la ciencia o, contrariamente, donde desarrollen el desafecto, y a veces incluso temor, por los temas de ciencias y por las matemáticas, dependiendo de sus respectivas experiencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Como lo han señalado Godin y Gingras (2000), el grado en el cual estos agentes lleguen a ser o no dominantes varía entre individuos y grupos, así como también en relación con los roles sociales que esos individuos y grupos tengan.

Para efectos del proyecto de investigación que se reporta en el presente documento, se asume la propuesta de definición de lo que es la apropiación de la ciencia y la tecnología, en el nivel personal, planteada por Patiño y Padilla (2013):

“Comprensión y utilización pertinente en la vida cotidiana, de los conocimientos y habilidades derivados de la ciencia y la tecnología, junto con el interés por y la búsqueda de información tecnocientífica, la percepción informada y la participación en asuntos de ciencia y tecnología”.

La percepción informada implicada en esta propuesta se considera relacionada con una actitud favorable de la persona con respecto a la ciencia y la tecnología, así como con un conocimiento claro acerca del rol de la ciencia en la dinámica social y de la utilidad de la ciencia para la sociedad.

Un modelo de relación conceptual

Si bien los conceptos de alfabetismo científico, cultura científica y tecnológica, apropiación de la ciencia y la tecnología, y percepción pública de la ciencia son distintos, están íntimamente relacionados entre sí en distinta medida, como se puede apreciar en el modelo gráfico de la figura 4.



Figura 4. Relación entre alfabetismo, percepción, cultura y apropiación. (Padilla y Patiño, 2011, 2019a).

En este modelo gráfico se pueden observar tópicos caracterizadores que se superponen en dos, e incluso en tres, de los cuatro conceptos planteados, funcionando como una especie de conectores entre ellos.

Un aspecto que manifiesta el modelo de manera muy clara es que, si bien la apropiación de la ciencia representa el nivel más complejo de la relación ciencia-sociedad, la cultura científica y tecnológica comprende tanto el alfabetismo científico como la apropiación de la ciencia y la tecnología.

Por otra parte, las personas tienen cierta percepción de la ciencia y la tecnología —estén o no conscientes de ello—, sin que se les considere necesariamente como alfabetas científicos o científicamente cultas.

Del alfabetismo a la apropiación de la ciencia y la tecnología

La época actual, con todas sus complejidades, nos plantea un gran número de retos que debemos resolver y de obstáculos que han de ser sorteados. Para hacerlo, utilizamos lo que creemos y lo que sabemos, de manera que vamos tomando decisiones y actuando en consecuencia en el día a día.

Saber muchas cosas —sobre temas o campos de la ciencia— tiene que ver con el llamado alfabetismo científico. Pero si bien el saber cosas es condición necesaria para una cultura científica, puede no ser suficiente para aplicar eso que se sabe —los cono-

cimientos derivados de las ciencias y las herramientas tecnológicas— a las decisiones y acciones para atender y resolver las necesidades, situaciones y retos de la vida diaria.

En este sentido, se ha propuesto el modelo de la figura 5, que muestra el proceso ascendente de incorporación o aprehensión de conocimientos, habilidades y actitudes, que pasa de conocer términos y conceptos a incorporarlos posteriormente a una concepción cultural de la ciencia y una comprensión de su rol y proceder, que nos permiten tener una postura informada y aplicar un pensamiento crítico sobre diversos temas en los que el conocimiento de ciencia y tecnología son importantes; finalmente, para que todo este bagaje de conocimientos —o al menos en parte— se incorpore a nuestros hábitos y comportamientos cotidianos, y al modo en que concebimos y pensamos el mundo. Así, la apropiación implica no sólo “usar la ciencia para...”, sino pensar con o desde la ciencia, lo cual incluye una actitud crítica hacia ella y sus aplicaciones.

Si se acepta que saber cosas es condición necesaria (aunque no suficiente) para que las personas se adapten mejor a sus respectivos contextos y para resolver los retos cotidianos, la gran interrogante es: ¿qué debería saber en la actualidad una persona, en un contexto dado? De ella se derivan otras preguntas particulares para ese mismo contexto: ¿qué debería saber, por ejemplo, para cuidar su salud?, ¿qué para aprovechar efectiva y eficientemente las modernas tecnologías digitales y de comunicación?, ¿qué para prevenir enfermedades y accidentes?, ¿qué para coadyuvar a preservar el medioambiente?, ¿qué para analizar las múltiples noticias e información, a veces contradictoria, y las noticias falsas que se encuentran en los medios masivos de información o en la Internet?, ¿qué para cuidarse de los ciberataques?, ¿qué para participar activamente como ciudadano en el ejercicio y demanda del cumplimiento de sus derechos?...

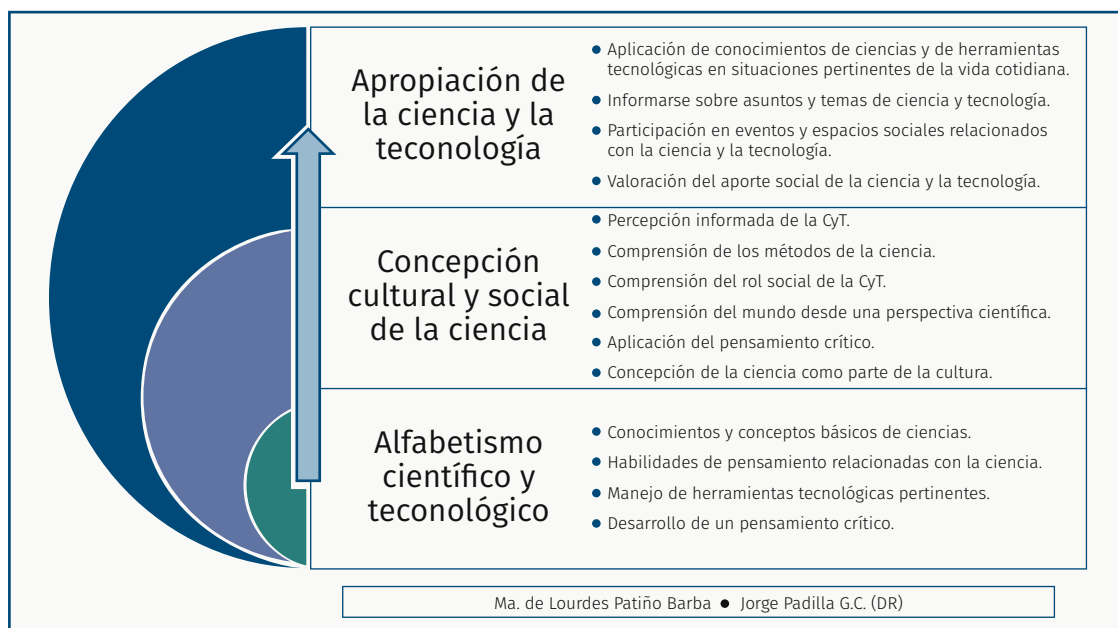


Figura 5. Modelo del proceso de la alfabetización a la apropiación de la ciencia y la tecnología a nivel personal. (Basado en Patiño y Padilla, 2013; Padilla y Patiño, 2019a).

Cuando la generalidad de las personas tomen decisiones de la vida diaria con base en un pensamiento crítico y —en lo pertinente— en conocimientos básicos de conceptos científicos, podríamos decir que esas personas —y la sociedad en su conjunto— se han apropiado de la ciencia, pues esos comportamientos se habrían convertido en hábitos sostenidos para un mejor vivir, acordes con un nuevo sentido común de esa sociedad, dotada con una cultura científica operante y con un pensamiento crítico arraigado (Padilla y Patiño, 2015).

Comunicación pública de la ciencia

La expresión “comunicación pública de la ciencia” es un término amplio que se utiliza en referencia a las actividades que propenden a relacionar la ciencia con [los diversos] públicos (Daza y Arboleda, 2007). Esas actividades varían en función de los propósitos que se tienen, los actores que intervienen (comunicadores y públicos), las relaciones entre ellos, los contenidos que se comunican y los medios que se utilizan.

La comunicación de la ciencia se realiza a través de diversas modalidades:¹²

- Enseñanza de la ciencia.
- Difusión científica.
- Divulgación de la ciencia (y la tecnología).
- Periodismo de la ciencia.
- Intercambio social del conocimiento.
- Transferencia de tecnología.

En tanto las dos primeras modalidades (enseñanza y difusión) corresponden a acciones comunicacionales con públicos muy específicos, delimitados y homogéneos en sus conocimientos previos (estudiantes y colegas científicos, respectivamente), las cuatro modalidades siguientes implican destinatarios voluntarios, más heterogéneos y menos específicos, e implican acciones de vulgarización del conocimiento y, por tanto, integran lo que podríamos llamar comunicación pública de la ciencia.

A continuación se caracterizan brevemente tanto la divulgación de la ciencia, que es la modalidad de comunicación pública implicada en la investigación realizada,¹³ como el intercambio social del conocimiento, el cual corresponde a una modalidad participativa de comunicación de la ciencia que incorpora el llamado diálogo de saberes.

¹² Con base en Padilla y Patiño (2019b).

¹³ Se pueden encontrar caracterizaciones breves de las demás modalidades en: Padilla y Patiño (2019a) y en Herrera (2016).

Divulgación de la ciencia y la tecnología

La divulgación de ciencia y tecnología —también llamada popularización en varios países— abarca diversas estrategias de comunicación, que realizan “expertos” en un cierto tema, dirigidas a “no expertos” en ese tema (público lego), con finalidades de alfabetización científica o tecnológica, de fortalecimiento de la cultura científica de esos destinatarios o de promoción de la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la cultura de la innovación.

Cabe destacar que la divulgación incluye entre sus destinatarios a los científicos, ya que parte de la divulgación de la ciencia se hace para que los especialistas conozcan lo que sucede en el campo de otra especialidad que no es la suya.

Aquí se asume la siguiente definición, propuesta por Ana María Sánchez Mora:

“Es una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento científico con fidelidad [y] contextualizándolo para hacerlo accesible”.¹⁴

Las actividades de divulgación de la ciencia pueden tener varios objetivos (Padilla y Patiño, 2011):

- Promover la apropiación social de la ciencia y la tecnología como componentes centrales de la cultura.
- Fomentar la comprensión y la valoración pública del rol de la ciencia, la tecnología y la innovación como palancas para el desarrollo socioeconómico y el bienestar de la población.
- Popularizar conocimientos y avances científicos y tecnológicos, particularmente los que tienen mayor impacto en la vida cotidiana de la población.
- Apoyar al sistema educativo formal en la enseñanza de materias y temas de ciencias, en la disposición favorable del estudiantado hacia ellos y en una docencia más efectiva en este campo.
- Fomentar la vocación de niños y jóvenes hacia estudios en carreras de ciencias, ingenierías y tecnología.
- Fomentar el pensamiento crítico y el combate a las pseudociencias.
- Propiciar la vinculación y el contacto entre la comunidad de científicos y tecnólogos con la población en general.

¹⁴ Publicado en *Ciencia y desarrollo*, volumen XXIX, núm. 171, págs. 40-41, julio-agosto 2003.

- Coadyuvar al conocimiento y la conciencia pública acerca del quehacer [de las instituciones] en el campo de la generación, transmisión y aplicación del conocimiento científico y tecnológico.

Para ello se utilizan diversas estrategias de divulgación de la ciencia, la tecnología y la cultura de la innovación (Padilla y Patiño, 2019):

- porque las finalidades de cada acto de comunicación de ciencia y tecnología son distintas a las de otras acciones;
- porque los públicos-meta son muy diversos y tienen distintas características (conocimientos previos, intereses, lenguaje, etc.), y
- para comunicar a cada tipo de esos públicos diversos se requieren distintos medios y lenguajes.

Intercambio social del conocimiento

En comunicación pública de la ciencia se pueden identificar dos grandes tendencias: la que está centrada en el contenido, que coloca al científico y su conocimiento en el centro de las tareas de comunicación, en una relación de autoridad, vertical y con una perspectiva difusionista, y la que está centrada en los públicos, que integra el contexto de estos y propone una interacción dialógica y, en el extremo, deliberativa y de participación activa (Herrera-Lima, 2016, p. 112).

En la segunda tendencia se ubica una perspectiva específica de comunicación pública de la ciencia cuya particularidad, de acuerdo con la propuesta de Herrera-Lima, es que:

“...el énfasis se coloca en problemáticas sociales, cuyos principales actores, afectados o involucrados, requieren y demandan conocimiento especializado para la intelección de los problemas y el posible planteamiento de soluciones. Así, el centro de atención se ubica en los procesos sociales, problemáticos o conflictivos en que los actores están inmersos, en los que ellos identifican elementos y relaciones que pueden explicarse y comprender desde la articulación de conocimiento producido en diversas disciplinas científicas con su propio conocimiento, producto de la experiencia [...] El papel de los comunicadores de la ciencia que se propone en esta perspectiva es el de mediadores culturales, facilitadores del diálogo entre visiones de mundo y saberes diferenciados; con el propósito fundamental de contribuir a fortalecer el posicionamiento de los actores respecto a su situación problemática, sustentando sus posturas con argumentación fundamentada en conocimiento interdisciplinario e intercultural. Se busca, asimismo, contribuir al ejercicio de una participación ciudadana activa, crítica e informada. (Herrera-Lima, 2016, p. 113).

Esta forma de emprender la comunicación pública de la ciencia apela al compromiso y responsabilidad social del productor de conocimiento especializado

y a su vínculo con el contexto social y cultural en el que se desenvuelve. [...] La premisa que sustenta esta perspectiva es que fomentar el diálogo entre diferentes formas de conocimiento, que atienden específicamente a aspectos de ciertos problemas sociales, a sus procesos y relaciones, podrá incidir en la emergencia en el espacio público de otras voces, de actores directamente vinculados y afectados por situaciones que identifican como problemáticas. Se esperaría que la interlocución de saberes enriquezca los recursos argumentativos y de intelección de su situación, contribuyendo a su ubicación en posiciones menos desfavorables, para acceder a la formulación de sus causas y el origen múltiple de estas, así como al planteamiento de posibles vías de solución. La integración del conocimiento científico en el diálogo busca contribuir a la incorporación de la ciencia en la cultura de los grupos sociales involucrados". (Herrera-Lima, 2016).

Capítulo 4.

En busca de la información

En busca de la opinión de los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones

En México —y muy probablemente en otros países— no existe un padrón, catálogo o base de datos de todos los divulgadores de la ciencia que hay en el país; cuando mucho, es posible encontrar algunos directorios que en diversos estados han elaborado sus respectivos consejos y organismos de ciencia y tecnología, así como algunas redes estatales y regionales. Por su parte, la SOMEDICYT cuenta con una base de datos de sus propios socios —de alcance nacional—, pero no de quienes no son sus afiliados.

Tampoco se encuentra disponible o publicada alguna base de datos de todos los investigadores que hay en el país en los diversos campos disciplinares del conocimiento. Por supuesto está la base de datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), la cual en enero de 2019 sumaba un total de 30 548 profesionales de la ciencia clasificados en las diversas áreas del conocimiento (CONACYT, 2019), pero por su naturaleza, en ella no se encuentran aquellos investigadores que no están en ese sistema. Por su parte, las facultades y escuelas de las universidades, así como los centros e institutos de investigación, tanto públicos como privados, cuentan con un directorio de los investigadores que emplean. Pero no es identificable ningún registro nacional.

El tema es aún más indefinido en el caso de los tomadores de decisiones institucionales del sector de ciencia, tecnología e innovación y del sector de educación superior, pues esta denominación es una etiqueta relativa: no hay una definición establecida de esta “categoría” (así, con comillas), ni es posible definir hasta qué nivel de las estructuras organizacionales abarcaría la etiqueta de tomador de decisiones institucional, pues en todos los niveles se toman decisiones, aunque de distinto tipo; algunas de ellas son de alcance institucional, en contraste con las de alcance departamental; otras son de alcance estratégico, en contraste con las de alcance operativo, etc.

En el caso de los divulgadores y de los investigadores (algunos de ellos también docentes u ocupados en otro tipo de actividades), se optó por la autodefinición; esto es, que cada persona que participara aportando sus opiniones para la investigación, se catalogara a sí misma en términos de su ocupación principal.¹⁵ En el caso de los toma-

¹⁵ Es claro que hay, por ejemplo, investigadores que divulgan, o investigadores y divulgadores que también ocupan un puesto desde el cual toman decisiones de alcance institucional.

dores de decisiones se optó por considerar los niveles jerárquicos más altos en las organizaciones (primer y segundo nivel, a veces incluso tercero, según el caso); por otra parte, se optó por considerar organizaciones (instituciones, empresas y organismos de la sociedad civil) relacionadas con el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país y con la formación de capital humano de nivel profesional, en los campos científico y tecnológico: rectores de universidades, directores de facultades y centros de investigación, altos funcionarios del CONACYT y de los organismos estatales de ciencia y tecnología, directores de posgrado e investigación en instituciones de educación superior, senadores y diputados (estos últimos, locales y federales) de las comisiones de ciencia y tecnología, presidentes de asociaciones científicas y de divulgación y, por último, investigadores y divulgadores destacados, en tanto líderes de opinión en sus respectivos campos. Por supuesto, esta determinación fue arbitraria, tanto como lo habría sido cualquier otra en cuanto a la definición de a quienes considerar como tomadores de decisiones de interés para la investigación.

De esta manera, tanto divulgadores e investigadores como tomadores de decisiones institucionales, integran universos estadísticamente indefinidos. Por tanto, el concepto de representatividad estadística sería en este caso muy difícil de garantizar. Por ello se aspiró entonces a lograr un corpus lo más amplio posible y que abarcara a participantes de todos los estados del país, que incluyera a investigadores de diversas disciplinas y campos del conocimiento, y que representara a una diversidad de instituciones, de sectores y de posiciones.

Estas condiciones fueron determinantes para que se optara por hacer un levantamiento de información a través de una encuesta en línea; las respuestas al cuestionario enviado fueron alimentando una base de datos que se fue formando con las respuestas de todas las personas que quisieron participar con sus opiniones. El cuestionario, diseñado a la luz de los objetivos de la investigación y de sus tópicos de interés, fue debidamente probado antes de su instalación en la plataforma en línea mediante una prueba piloto con varios divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones.

Las estrategias para difundir la información sobre el proyecto de investigación y la invitación a contestar la encuesta en línea variaron, dependiendo del tipo de destinatario.

Divulgadores de ciencia y tecnología

Técnica snowball (bola de nieve)

Ante la falta de un padrón o catálogo de todos los divulgadores que realizan su labor en las 32 entidades federativas del país, y dado que en estas condiciones no es posible determinar el universo de sujetos de estudio, se optó por recurrir al *snowball* como estrategia principal para este segmento, que consiste en una técnica de muestreo no probabilístico que se utiliza para llegar a los sujetos potenciales, en estudios donde estos son difíciles de encontrar.

El método consiste, básicamente, en identificar nodos primarios de difusión de información, en este caso asociaciones o redes de divulgadores y ciertos organismos —como los consejos estatales de ciencia y tecnología— que tienen contacto regular con los comunicadores de ciencia en sus respectivos contextos de acción y de ubicación geográfica, para solicitarles invitar, por correo electrónico o a través de los medios que consideraran más convenientes, a los divulgadores de sus respectivos ámbitos a contestar la encuesta en línea (figura 6). Igualmente, se pidió a divulgadores específicos que difundieran la información e invitaran a otros, ya que los divulgadores en general suelen tener comunicación frecuente con sus colegas.

En este sentido, se identificaron, además de la SOMEDICYT —promotora y auspiciadora del proyecto—, varias redes estatales de divulgadores; entre ellas, las de San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro y algunas otras, grupos formales de divulgadores (como el Grupo Quark de Zacatecas, por ejemplo), redes nacionales como la de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología, y la Red Mexicana de Talleristas de Ciencia, bases de datos de participantes en diplomados y talleres impartidos por la SOMEDICYT en varios estados, base de datos de participantes en el diplomado de divulgación de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, bases de datos de participantes en congresos nacionales de divulgación, etc. Para la aplicación de esta estrategia, la difusión se realizó también utilizando como nodos de difusión a las unidades organizacionales que coordinan la investigación y el posgrado en diversas universidades, a las cuales suelen quedar estructuralmente adscritos los académicos de esas instituciones que realizan labores de divulgación.

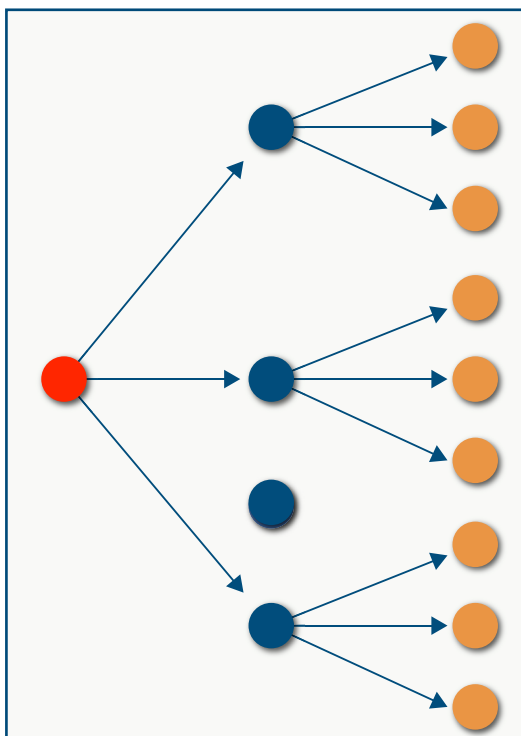


Figura 6. Muestreo de bola de nieve no discriminatorio exponencial.

Difusión generalizada

Otra estrategia que se aplicó fue la difusión e invitación a través de medios de comunicación e información de amplio alcance en el sector de ciencia y tecnología. En este esfuerzo participaron la Agencia de Noticias del CONACYT y algunos portales *web*, como el de la SOMEDICYT y los de varios consejos y organismos estatales de ciencia y tecnología.

Invitación personalizada

Esta estrategia consistió en dirigir invitaciones personalizadas a divulgadores influyentes y/o muy destacados, con una amplia trayectoria para que respondieran el cuestionario en línea. Evidentemente, esta estrategia implicó un trabajo importante, laborioso y aun costoso, por lo cual no se consideró como estrategia base, sino complementaria.

Investigadores

El grupo de trabajo del proyecto tuvo especial interés en que se procurara la participación de investigadores de diversos tipos de institución (aunque mayormente de universidades y centros de investigación), tanto de las áreas de las ciencias fácticas como de las formales y las sociales.

Determinar el universo de todos ellos es muy difícil, dada la carencia de información estructurada y concentrada al respecto. Por ello, para el segmento de los investigadores dispersos en las 32 entidades federativas y en múltiples instituciones, tanto públicas como privadas, se aplicaron también las tres estrategias generales establecidas para el caso de los divulgadores, aunque con las adaptaciones pertinentes.

Técnica snowball

Como nodo importante de difusión se recurrió a la dependencia que administra el SNI, adscrita a la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del CONACYT. Al margen de la intención de esta difusión general a nivel nacional, las integrantes del grupo de trabajo del proyecto residentes en el estado de Jalisco realizaron una labor particularmente acuciosa con los investigadores del SNI que trabajan en esa entidad, lo cual se reflejó en los números relativamente altos de respondientes. Otra acción, como parte de esta estrategia, consistió en solicitar a las dependencias que coordinan la investigación y el posgrado, en diversas universidades y centros de investigación, su apoyo para difundir la invitación a contestar la encuesta en línea entre los investigadores de esas instituciones.

Difusión generalizada

Otra estrategia aplicada en el segmento de investigadores para captar respondientes a la encuesta, fue la invitación publicada por la Agencia de Noticias del CONACYT y por algunos portales *web*, como el de la SOMEDICYT, y los de varios consejos y organismos estatales de ciencia y tecnología.

Invitaciones personalizadas

Por último, también se realizaron invitaciones personalizadas a investigadores específicos —entre ellos, varios galardonados con el Premio Nacional de Ciencia—, a quienes los integrantes del grupo de trabajo del proyecto tenían acceso directo.

Tomadores de decisiones institucionales

En este segmento se consideró a los siguientes grupos: legisladores de las comisiones de ciencia y tecnología, tanto del Poder Legislativo federal como de los estados de la República, funcionarios de dependencias federales y estatales del sector de ciencia y tecnología (CONACYT y consejos estatales), rectores y funcionarios de universidades, directores generales de centros de investigación, directores de unidades académicas de contenido científico, directivos de centros y museos interactivos de ciencias y directivos de medios de comunicación masiva.

Invitación personalizada

Para este perfil no se aplicó la técnica *snowball* ni la difusión masiva, sino la estrategia de invitación personalizada. Evidentemente, no era posible invitar al universo de tomadores de decisiones —que en la práctica es inconmensurable—, sino a una muestra diversa, tanto de tomadores de decisiones a los cuales se podía tener acceso, como a personas cuya participación —dada su investidura, su cargo y/o su influencia institucional— se consideró clave para el proyecto.

La tabla 2 resume las estrategias de difusión para que divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales, a lo ancho y largo del país, contestaran el cuestionario en línea diseñado para recabar sus opiniones.

Tabla 2. Métodos de difusión e invitación a contestar el cuestionario en línea

Tipo de respondiente	Técnica "Snowball"	Difusión generalizada	Investigación personalizada
▼	Muestreo no discriminatorio exponencial (redes, bases de datos)	Medios de comunicación e información en el sector de interés (portales web, agencias de noticias)	Cartas a divulgadores, investigadores y tomadores de decisión destacados (líderes de opinión)
Divulgadores	✓	✓	✓
Investigadores	✓	✓	✓
Tomadores de decisiones			✓

Evidentemente, una misma persona podía desempeñar dos o hasta tres roles distintos de los considerados en la clasificación de respondientes: divulgador, investigador y tomador de decisiones. Por ello, en las cartas de invitación se solicitó que cada persona se autoclasificara en el rol que desempeña en mayor medida.

También era posible que a una misma persona le llegara varias veces, por canales diferentes, la invitación a contestar la encuesta en línea. Por ello, en la carta invitación también se solicitó que, si la persona ya había contestado la encuesta, no lo volviera a hacer, para evitar la duplicidad.

Captación de opiniones en línea

El cuestionario para ser contestado en línea por los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones que se interesaron en participar y formar parte del corpus de la investigación, fue habilitado y quedó disponible en la plataforma *SurveyMonkey* durante tres meses del año 2018.

En total ingresaron a contestar la encuesta 592 personas, de las cuales 490 la respondieron en forma completa; esto es, el 82.3% de quienes entraron al sistema (las demás personas la abandonaron dejándola incompleta, por lo cual sus respuestas no se consideraron en las estadísticas de los resultados finales).

El tamaño de la muestra fue mayor al que correspondería a una muestra procedente de una población infinita, con un nivel de confiabilidad deseado del 95%, que corresponde a un valor de (z) igual a 1.96 en una distribución gaussiana con un error estándar (e) del 5% y con una proporción (probabilidad) de evento exitoso (p) de 0.5, en una aproximación binomial a una distribución gaussiana. Para estos parámetros, que se consideran aceptables en encuestas de opinión aplicadas al azar, el tamaño de la muestra (n) sería de 384 personas, número menor que las 490 que contestaron el cuestionario.¹⁶

En busca de la opinión de la ciudadanía

Como se comenta en el capítulo 2 al hablar de los alcances del subproyecto 2 de la investigación, el levantamiento de datos sobre la percepción y la valoración de población urbana de 16 años o más con respecto a la ciencia y sus impactos en la sociedad, así como su interés por los temas de ciencia y tecnología, y sus opiniones sobre lo que consideran que quieren o necesitan saber sobre ciencia, se llevó a cabo mediante una

¹⁶ Una explicación resumida sobre tamaños de muestra en encuestas de opinión se puede encontrar en <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/47-revistas/revista-ciencias-88/269-entre-encuestas-numeros-grandes-y-tamanos-de-muestra.html>

También hay una referencia útil y muy fácil de comprender en: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size/>

El cálculo del tamaño de muestra con base en los parámetros (z) , (p) y (e) se puede hacer a partir de las tablas de áreas debajo de la Curva Normal, que se encuentran en prácticamente cualquier libro universitario de probabilidad y estadística; por ejemplo, en Martínez, C. (2015).

Tabla 3. Ciudades seleccionadas para el levantamiento de encuestas a la ciudadanía

Ciudad	Región	Habitantes 2015
Ciudad de México	Centro	8.92 millones
Mérida	Sureste	0.89 millones
Villahermosa	Sureste	0.68 millones
León	Centro	1.58 millones
Hermosillo	Noroeste	0.88 millones
Monterrey	Noreste	4.1 millones

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2015).

encuesta aplicada en seis ciudades de distinto tamaño, ubicadas en distintas regiones de México, en agosto de 2018.

Las ciudades seleccionadas, con su respectivo tamaño, en términos del número de habitantes, se muestran en la tabla 3.

El tamaño de la muestra a encuestar se determinó con base en la fórmula para el caso de una población infinita,¹⁷ donde:

$$n = \frac{(z^2)(p)(1-p)}{(e^2)}$$

(n): tamaño de la muestra

(z): nivel de confianza deseado¹⁸

(e): error estándar

(p): proporción (probabilidad) de “evento exitoso”¹⁹

Nivel de confianza: 95% z = 1.96

Error estándar (e): 3.0%

p = 0.5, q = 0.5

n = 1,067 encuestas

Se encuestó a 1079 personas en las seis ciudades, con la distribución que se muestra en la figura 7.

¹⁷ En cualquier libro universitario sobre probabilidad y estadística se pueden encontrar las fórmulas para determinar el tamaño de muestra de poblaciones tanto finitas como estadísticamente infinitas. Para referencias rápidas y accesibles se recomienda visitar el sitio <https://www.calculadoraconvertor.com/calculadora-de-tamano-muestral/>, así como el artículo de Baddi et al. (2008), de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

¹⁸ Cfr. Tabla Normal Estándar.

¹⁹ P = 0.5, en la aproximación binomial a una distribución gaussiana.

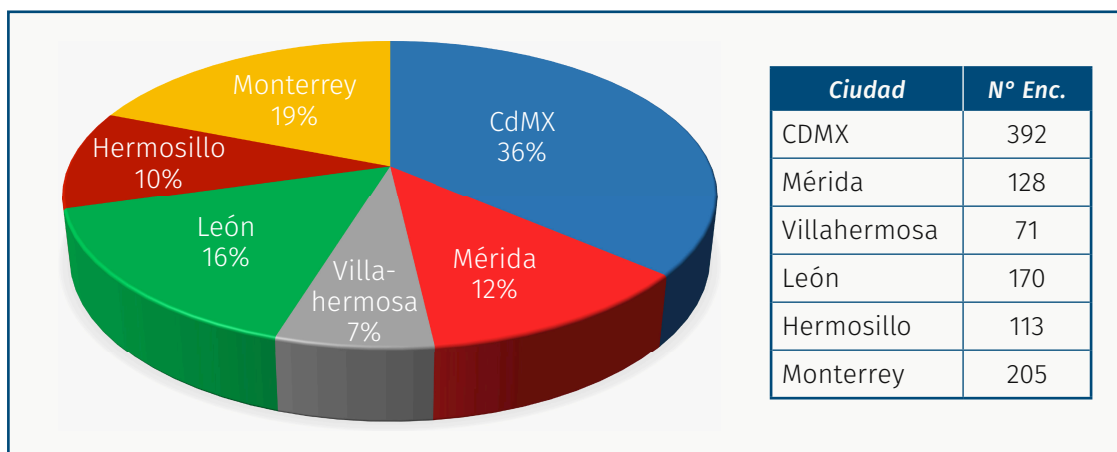


Figura 7. Composición de la muestra total por ciudad.

Los criterios de distribución por ciudad, del número total de personas a ser encuestadas, fueron los siguientes:

- Población de cada municipio considerado, de acuerdo con los datos de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI.
- Para el caso de la Ciudad de México se determinó un tamaño de muestra estadísticamente representativa en sí misma (no sólo como parte de la muestra total), con 95% de nivel de confianza y 5% de error estándar.
- En las demás localidades se determinó el tamaño de las submuestras en forma proporcional a sus respectivas poblaciones, según la Encuesta Intercensal 2015.
- En el caso particular de Villahermosa, se determinó que el número de personas a ser encuestadas para esa submuestra fuera de 71 personas, en lugar de 51 (que es lo que estrictamente le habría correspondido), para que esa submuestra local no quedara demasiado pequeña y permitiera hacer cruces de información con los resultados de distintas variables.

El método de aplicación de la encuesta fue cara a cara, en puntos de aforo, con técnica de intercepción de Salto Sistemático base 3.²⁰

²⁰ Por puntos de aforo aquí se entienden los sitios a los cuales suelen concurrir grandes volúmenes de personas, como plazas comerciales, terminales del Metro, transportes urbanos y foráneos, mercados, etc. La técnica de muestreo de intercepción de Salto Sistemático base 3 se refiere a que, en los sitios de levantamiento de la encuesta, no se aplicó un método aleatorio simple (que no suele presentar una dispersión de elementos seleccionados a lo largo de todo el universo), sino un método aleatorio sistemático, en el cual se eligió como respondiente potencial a una de cada tres personas.

Capítulo 5. Lo que opinan los “expertos”

Corpus resultante de la encuesta en línea

Como se comenta en el capítulo 4, un total de 490 personas (entre divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales) contestaron el cuestionario en línea en forma completa, y son quienes integraron el corpus del subproyecto 1 de la investigación.

La composición del corpus, según la actividad profesional principal de cada respondiente (definida por la persona misma), se muestra en la tabla 4 y la figura 8.

Tabla 4. Composición de la muestra por actividad profesional principal de quienes contestaron la encuesta

Actividad principal	Respuestas	Porcentaje
Divulgación/Comunicación de la ciencia	186	37.96
Investigación	262	53.47
Toma de decisiones institucionales	42	8.57
Total	490	

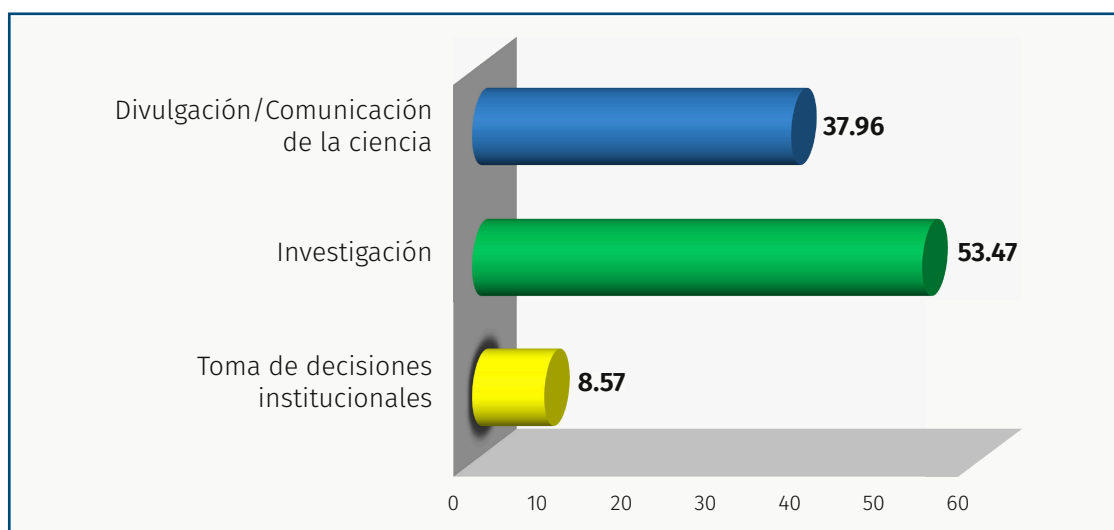


Figura 8. Composición de la muestra por actividad profesional principal. (Porcentajes).

Como se puede observar, la investigación ocupa la mayor proporción, lo cual es lógico si se considera que hay un mayor número absoluto de quienes se dedican a la investigación en el país que a la divulgación (cuya participación relativa, sin embargo, fue considerable) y que a la toma de decisiones. No obstante que solamente el 8.6% de los respondientes corresponde a esta última categoría, la participación de quienes toman decisiones en el corpus (rectores de universidades y directores de centros de investigación, senadores, diputados, funcionarios gubernamentales, directores de facultades y de asociaciones científicas, etc.) se puede considerar significativa si se tiene en cuenta la dificultad que suele haber para comunicarse con personas que ocupan esos cargos, así como de la previsible baja probabilidad de que dediquen tiempo para contestar encuestas.

La configuración del corpus quedó determinada en gran medida por los canales utilizados para difundir la invitación a responder la encuesta en línea, lo cual obedece, al menos en parte, a las relaciones y contactos del equipo de trabajo del proyecto, lo cual era hasta cierto punto inevitable. Pero hubo otro factor importante, fuera del control del equipo del proyecto, y es que la invitación a participar fuera o no atendida, con base en la voluntad de las personas, dependiendo del canal de difusión a través del cual la recibieron.

La mayor proporción de quienes respondieron la encuesta en línea son personas jóvenes, el 50.0% de ellas tiene entre 26 y 45 años, con un ligero sesgo hacia el rango etario de 36 a 45 años (tabla 5 y figura 9).

En el caso de los divulgadores, el intervalo etario modal (donde se ubicó la mayoría relativa de ellos) fue el de 26 a 35 años; en el de investigadores, de 36 a 45 años, y en el de tomadores de decisiones, de 46 a 55 años (tabla 6 y figura 10). En general, la submuestra de divulgadores fue más joven que la de investigadores, y esta última es más joven que la de tomadores de decisiones.

La edad media de los divulgadores participantes fue de 41.8 años, la menor de los tres subgrupos del corpus, en tanto la de investigadores (46.5 años) y la de tomadores de decisiones (46.2 años) fueron muy similares, no obstante sus diferentes intervalos modales.

Por otra parte, el 44.5% de los integrantes de la muestra fueron mujeres y el 55.5% varones (tabla 7 y figura 11). Por otros estudios reportados, se sabe que en América Latina (y México), alrededor del 54% de quienes realizan divulgación de ciencia y tec-

Tabla 5. Composición de la muestra por edad

Rango etario	16-25 años	26-35 años	36-45 años	46-55 años	56-65 años	66 años o más	Total
Participantes	26	112	133	94	99	26	490
Porcentajes	5.31	22.86	27.14	19.18	20.20	5.31	

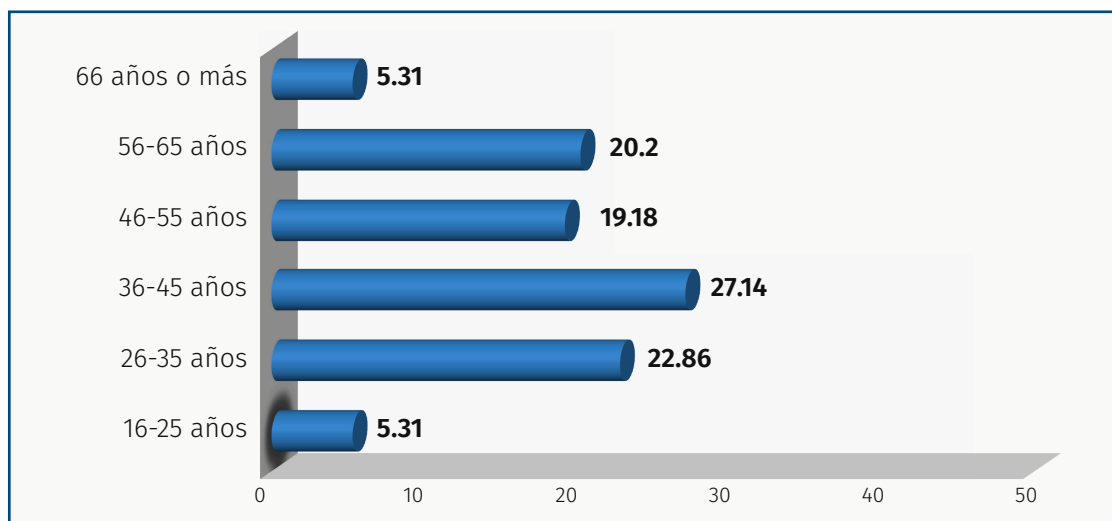


Figura 9. Composición de la muestra de respondientes por rango etario. (Porcentajes).

Tabla 6. Distribución de participantes por actividad y rango de edad

<i>Divulgadores</i>							
<i>Rango etario</i>	<i>16-25 años</i>	<i>26-35 años</i>	<i>36-45 años</i>	<i>46-55 años</i>	<i>56-65 años</i>	<i>66 años o más</i>	<i>Total</i>
Participantes	22	54	39	25	40	6	186
Porcentajes	11.8	29.0	21.0	13.5	21.5	3.2	
<i>Investigadores</i>							
<i>Rango etario</i>	<i>16-25 años</i>	<i>26-35 años</i>	<i>36-45 años</i>	<i>46-55 años</i>	<i>56-65 años</i>	<i>66 años o más</i>	<i>Total</i>
Participantes	4	49	83	57	50	19	262
Porcentajes	1.5	18.7	31.7	21.8	19.1	7.2	
<i>Tomadores de decisiones</i>							
<i>Rango etario</i>	<i>16-25 años</i>	<i>26-35 años</i>	<i>36-45 años</i>	<i>46-55 años</i>	<i>56-65 años</i>	<i>66 años o más</i>	<i>Total</i>
Participantes	0	9	11	12	9	1	42
Porcentajes	0.0	21.4	26.2	28.6	21.4	2.4	

Tabla 7. Composición de la muestra de respondientes por sexo

<i>Sexo</i>	<i>Participantes</i>	<i>Porcentajes</i>
Mujeres	218	44.49
Hombres	272	55.51
Total	490	

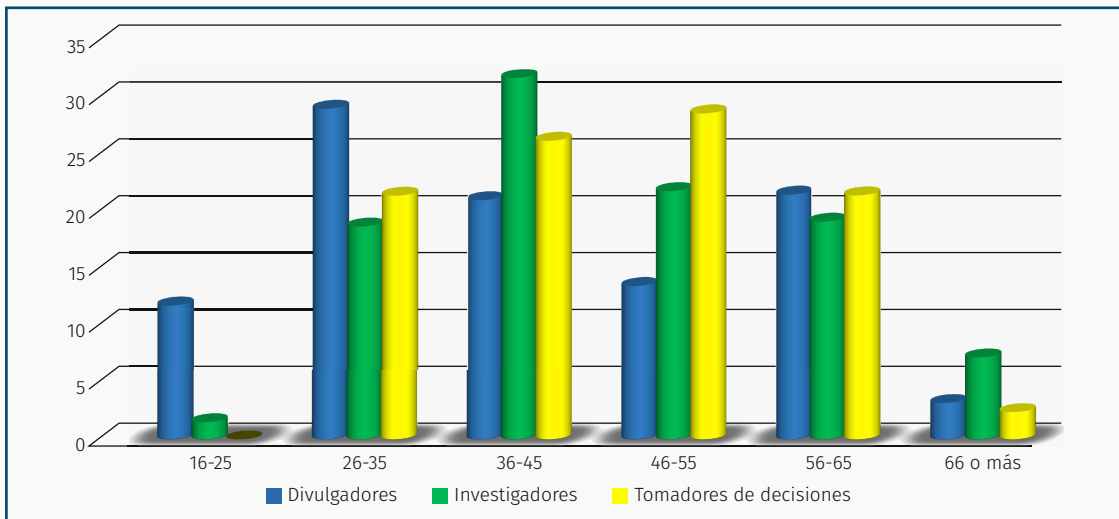


Figura 10. Composición de la muestra de respondientes por actividad profesional principal y por rango etario. (Porcentajes).

nología son mujeres, y el 46% hombres (Patiño, Padilla y Massarani, 2017).²¹ También se ha reportado que, en México, los varones predominan entre los investigadores, y que los tomadores de decisiones institucionales son también en su mayoría varones.

En este sesgo de la composición del corpus por sexo, influyó que la mayoría de los respondientes, en conjunto, fueran investigadores, ya que las proporciones por género (tabla 8) no guardan semejanza con las proporciones de género en la población, pues predominan los varones.²² Lo mismo ocurrió en el caso de los divulgadores y los tomadores de decisiones que contestaron el cuestionario, aunque con menor diferencia entre ambos sexos.

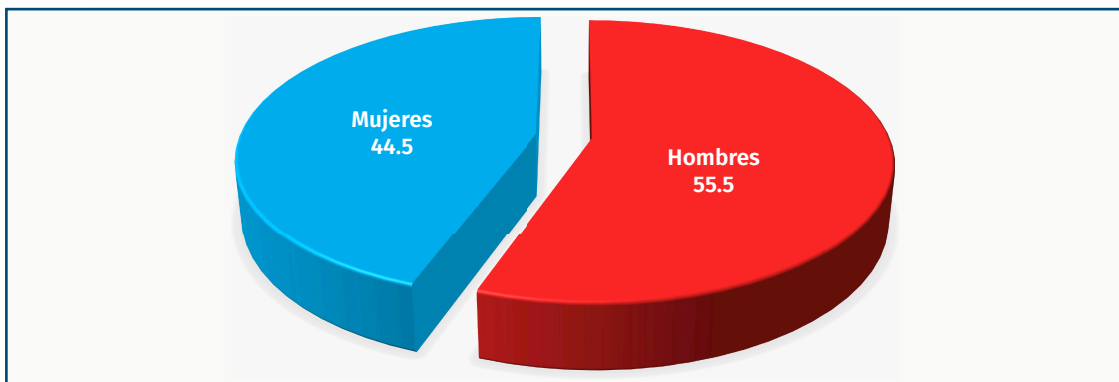


Figura 11. Composición de la muestra de respondientes por sexo. (Porcentajes).

²¹ En las instituciones que respondieron la encuesta de ese estudio latinoamericano sobre las condiciones e impacto de la divulgación, en México se reportó una mayor participación de mujeres, con el 56.5%.

²² En 2018 el 37% de los investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) eran mujeres (<https://www.kioscomayor.com/vernocias.php?artid=93611&cat=1310>).

Tabla 8. Composición de la muestra de respondientes por actividad profesional principal y por sexo. (Porcentajes)

Sexo	Divulgadores	Investigadores	Tomadores de decisiones
Mujeres	56.5	35.9	45.2
Hombres	43.5	64.1	54.8

En cuanto a los espacios institucionales de actividad profesional principal de quienes participaron en la encuesta, se registró una gran diversidad, lo cual permitió contar con visiones y opiniones también muy diversas que, a juicio de los responsables de esta investigación, contribuyeron a su enriquecimiento (tabla 9 y figura 12).

Tabla 9. Composición de la muestra de respondientes por ámbito de actividad profesional

Ámbito de actividad profesional	Participantes	Porcentajes
Universidad/Institución de educación superior	273	55.71
Centro de investigación	90	18.37
Dependencia de gobierno	45	9.18
De manera independiente	30	6.12
Museo	19	3.88
Organización no gubernamental	13	2.65
Medio de comunicación	10	2.04
Empresa	10	2.04
Total	490	

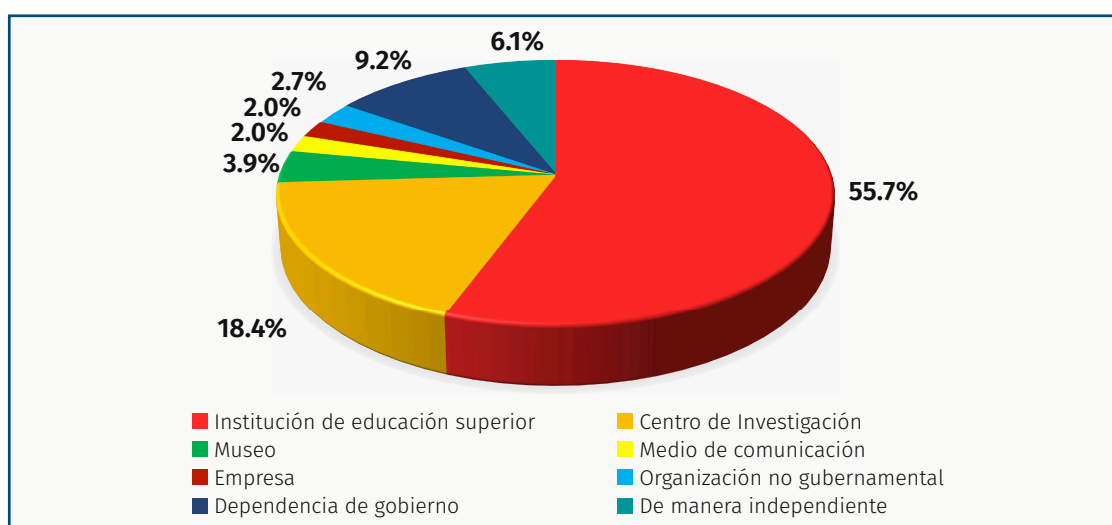


Figura 12. Composición de la muestra de respondientes por ámbito de actividad profesional. (Porcentajes).

Como consecuencia natural de la composición de la muestra en cuanto a la actividad profesional principal de quienes participaron en el corpus, el ámbito institucional que registró la mayor frecuencia relativa fue el universitario: el 55.7% de los participantes trabajan en instituciones de educación superior, seguido de los centros de investigación (18.4%).

De hecho, el 43.6% de los divulgadores que participaron en el corpus trabaja en instituciones de educación superior, al igual que el 68.3% de los investigadores participantes. En cuanto a los tomadores de decisiones, el 31.0% trabajaba en instituciones de educación superior y el 28.6% en dependencias de gobierno (en su mayoría en el CONACYT y en consejos estatales de ciencia y tecnología). El 40.4% restante se distribuyó en otros tipos de institución y de organización.

Cabe hacer notar la participación de divulgadores que trabajan de manera independiente, cuya presencia en el quehacer de comunicar la ciencia al público se ha venido incrementando en años recientes, representando poco más del 6% del total de respondientes de la encuesta (tabla 9 y figura 12). También llama la atención la relativamente baja participación de personas de los medios de comunicación, aunque la baja presencia de este sector en el corpus se debió muy probablemente a que no se le estimuló a participar a través de una estrategia específica.

Casi el 70% de quienes participaron en la encuesta trabajaban en el sector público, lo cual es lógico, pues es el que concentra la mayoría de las instituciones de educación superior y de centros de investigación en el país, así como de las instituciones y dependencias de la mayoría de los tomadores de decisiones que participaron en la encuesta (tabla 10 y figura 13). El 25% correspondió al sector privado.

En relación con la composición del corpus por entidad federativa de residencia, participaron investigadores y tomadores de decisiones de todos los estados de la República, aunque en proporciones muy diversas. Las entidades con mayor participación en la encuesta fueron, en orden decreciente: Jalisco, Ciudad de México y Guanajuato, y enseguida de ellas, pero muy por debajo en los valores de frecuencia relativa: Michoacán, Estado de México, Hidalgo y San Luis Potosí. Hubo varios estados con sólo uno o dos participantes —a pesar de la insistente labor de difusión e invitación a contestar la encuesta que se hizo a través de sus respectivos consejos estatales, universidades y centros de investiga-

Tabla 10. *Composición de la muestra de respondientes por sector de desempeño profesional*

Sector	Participantes	Porcentajes
Público	340	69.39
Privado	123	25.10
Sociedad civil	27	5.51
Total	490	

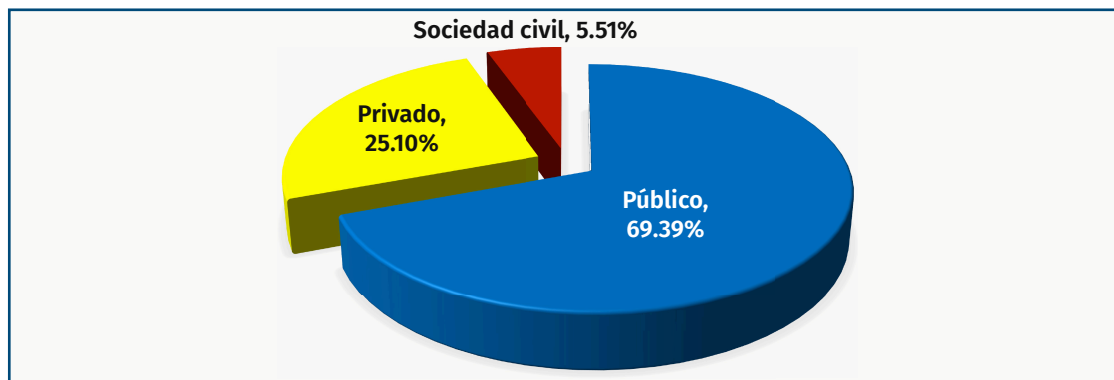


Figura 13. Composición de la muestra de respondientes por sector de desempeño profesional. (Porcentajes).

ción— como, por ejemplo, los siguientes: Campeche (1), Coahuila (1), Chiapas (2), Guerrero (2), Oaxaca (2), Tamaulipas (2) y Tlaxcala (2). Cabe hacer notar que contestaron la encuesta en línea cinco divulgadores o investigadores residentes en el extranjero (tabla 11).

Tabla 11. Composición de la muestra de respondientes por estado de residencia (número y porcentaje de participantes)

Entidad federativa	Nº part.	%	Entidad federativa	Nº part.	%
Aguascalientes	3	0.61	Nayarit	3	0.61
Baja California	13	2.66	Nuevo León	6	1.23
Baja California Sur	5	1.02	Oaxaca	2	0.41
Campeche	1	0.20	Puebla	12	2.45
Chiapas	2	0.41	Querétaro	12	2.45
Chihuahua	4	0.82	Quintana Roo	5	1.02
Ciudad de México	94	19.22	San Luis Potosí	18	3.68
Coahuila	1	0.20	Sinaloa	7	1.43
Colima	3	0.61	Sonora	5	1.02
Durango	12	2.45	Tabasco	5	1.02
Guanajuato	58	11.86	Tamaulipas	2	0.41
Guerrero	2	0.41	Tlaxcala	2	0.41
Hidalgo	18	3.68	Veracruz	5	1.02
Jalisco	119	24.34	Yucatán	4	0.82
México	19	3.89	Zacatecas	7	1.43
Michoacán	26	5.32	Fuera de México ²³	5	1.02
Morelos	9	1.84	Total	490	100.00

²³ Se optó por conservar dentro del corpus a quienes respondieron desde el extranjero, porque en esencia la encuesta fue de opinión y, al contestarla, esas cinco personas opinaron sobre la realidad mexicana.

Evidentemente, la dispersión del número de respondientes en cada entidad de la geografía nacional no guarda proporción con los volúmenes poblacionales respectivos de cada estado. Hay varios factores que influyeron en esta configuración:

- Los canales utilizados para invitar a contestar la encuesta.
- Las características de las redes personales y profesionales de los integrantes del equipo del proyecto, que evidentemente se relacionan con sus ámbitos institucionales y geográficos de acción.
- La presencia diferenciada de divulgadores e investigadores en las diversas entidades federativas.
- La disposición de los invitados para contestar la encuesta.

En la encuesta hubo un punto adicional sólo para los investigadores que respondieron el cuestionario, en el cual se les pidió que se autclasificaran de acuerdo con el área de conocimiento de su trabajo. Como opciones para la clasificación se les presentó una lista de las áreas utilizadas por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), (tabla 12 y figura 14).

Tabla 12. *Composición de la submuestra de investigadores participantes por área del conocimiento*

Área del conocimiento	Investigadores	Porcentajes
Artes y humanidades	23	8.61
Agronomía y veterinaria	6	2.25
Ciencias naturales, exactas y computación	121	45.32
Ciencias sociales, administración y derecho	44	16.48
Educación	15	5.62
Ingeniería, manufactura y construcción	34	12.73
Salud	23	8.61
Servicios	1	0.37
Total	267²⁴	

²⁴ Hubo cuatro divulgadores que se autclasificaron en áreas del conocimiento, aunque esta categorización se solicitaba sólo a los investigadores.



Figura 14. Composición de la submuestra de investigadores por área del conocimiento. (Porcentajes del total de investigadores).

El área de conocimiento correspondiente a la mayoría relativa de investigadores que participó en el corpus fue la de Ciencias exactas, naturales y de computación, con el 45.3% del total de la muestra, seguida de la de Ciencias sociales, administración y derecho, con el 16.5%. Evidentemente, en la composición de la submuestra de investigadores por área de conocimiento influyeron los factores señalados, para el tipo de respondiente según su ocupación principal.

Hallazgos por tópico: resultados directos de la encuesta en línea

El cuestionario se diseñó para obtener información que ofreciera respuestas para cada uno de los tópicos de interés planteados, los cuales quedaron asentados en el capítulo 2 del presente libro.

Tópico 1: La primera pregunta del cuestionario se enfocó en dar respuestas al Tópico 1 “¿Qué significa tener una cultura científica o ser un ciudadano científicamente culto?”

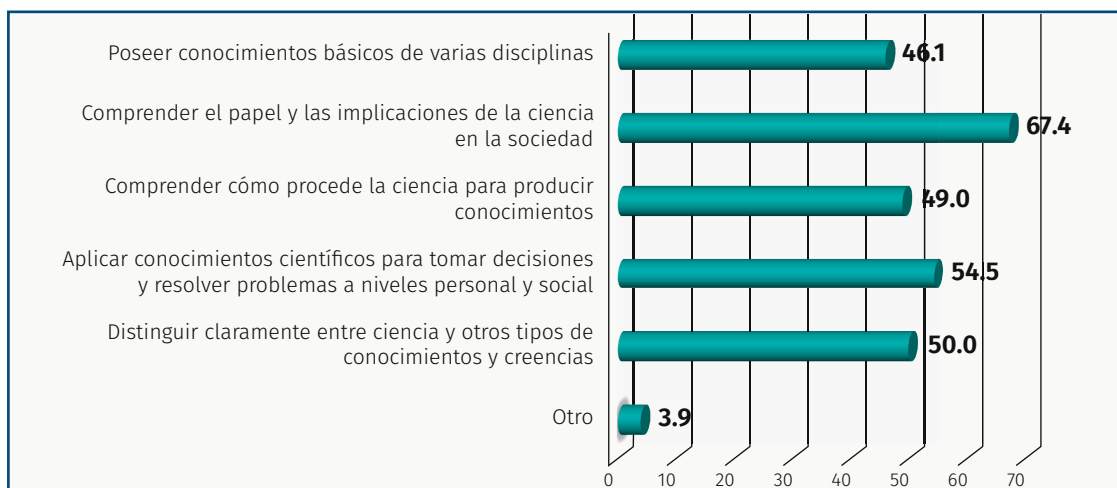
Pregunta 1. ¿Cuáles atributos considera usted que requiere tener una persona para ser considerada “científicamente culta”?

Cada respondiente de la encuesta podía, si así lo deseaba, elegir como máximo tres de las respuestas opcionales presentadas. Por ello, la suma de las frecuencias absolutas y relativas no coinciden con el tamaño de la muestra (tabla 13 y figura 15).

Como se puede apreciar, salvo en el caso de quienes contestaron “Otro” [atributo], el rango en cuanto al número de respuestas de las diversas opciones es relativamente pequeño. No hay una tendencia o sesgo claro hacia algún atributo en particular: la cultura científica no está anclada a un solo atributo, sino que es multidimensional.

Tabla 13. Opiniones acerca de qué es ser una persona científicamente culta (pregunta 1)

Opciones de respuesta	Nº respuestas	Porcentaje del total de participantes
Poseer conocimientos científicos básicos de varias disciplinas	226	46.12
Comprender el papel y las implicaciones de la ciencia en la sociedad	330	67.35
Comprender cómo procede la ciencia para producir conocimientos	240	48.98
Aplicar conocimientos científicos para tomar decisiones y resolver problemas a niveles personal y social	267	54.49
Distinguir claramente entre ciencia y otro tipo de conocimientos y creencias	245	50.00
Otro (atributo) ²⁵	19	3.88
Número de respuestas	1,327	
Número de respondientes	490	
Promedio de respuestas por participante	2.71	

**Figura 15.** Opiniones acerca de los atributos de una persona científicamente culta (pregunta 1). (Porcentajes del total de participantes que eligieron cada opción).

²⁵ Los "Otros" atributos especificados por quienes optaron por anotarlos, fueron del siguiente tipo: tener un alto grado de alfabetismo científico, comprender cómo procede la ciencia, desarrollar un pensamiento estructurado, ejercer la ciencia, tener la curiosidad por investigar las cosas, saber y aplicar ciencia como ciencia, vocabulario técnico, tener una manera de interpretar la realidad sin recurrir a milagros, revelaciones, dogmas ni al principio de autoridad, entre varios más.

No obstante, destaca que dos tercios del total de respuestas se refirió a la comprensión del rol y el impacto de la ciencia en la sociedad, seguido de la aplicación de conocimientos científicos en la vida cotidiana (factor que se puede considerar vinculado con la apropiación de la ciencia y la tecnología); además, que el atributo menos mencionado haya sido el poseer conocimientos científicos básicos de varias disciplinas, lo que podría indicar que no predomina la idea del llamado alfabetismo científico para definir la cultura científica (figura 15).

De estos resultados es posible inferir, entonces, que, en la concepción colectiva de la muestra de divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones: “una persona científicamente culta es aquella que comprende el papel social de la ciencia y la tecnología, que aplica conocimientos científicos en su vida cotidiana, que distingue claramente lo que es científico de lo que no lo es, que comprende en términos generales el proceso de la ciencia y que cuenta con un cierto bagaje de conocimientos sobre conceptos básicos de varias disciplinas”.

No obstante, hay algunas variaciones, como lo muestra la tabla 14. Como resultado de las respuestas de cada submuestra, se puede inferir lo siguiente:

Tabla 14. Opinión predominante de cada submuestra acerca de qué es ser una persona científicamente culta (pregunta 1).
(Porcentajes)

Opciones de respuesta	Divulgadores	Investigadores	Tomadores de decisiones
Poseer conocimientos científicos básicos de varias disciplinas	43.5	46.9	52.4
Comprender el papel y las implicaciones de la ciencia en la sociedad	68.3	65.6	73.8
Comprender cómo procede la ciencia para producir conocimientos	48.4	50.8	40.5
Aplicar conocimientos científicos para tomar decisiones y resolver problemas a niveles personal y social	57.0	51.5	61.9
Distinguir claramente entre ciencia y otro tipo de conocimientos y creencias	50.5	49.2	52.4
Otro (atributo)	4.3	3.8	2.4
Número de respuestas	506	702	119
Número de respondientes	186	262	42
Promedio de respuestas por participante	2.72	2.68	2.83

- Los tomadores de decisiones, en general, relacionan más que los divulgadores o los investigadores el poseer conocimientos científicos básicos con que la persona sea científicamente culta; en tanto los divulgadores, en general, le dan menor peso a este atributo.
- Los investigadores, en general, le dan menos relevancia que los tomadores de decisiones y los divulgadores a la comprensión del rol y el impacto de la ciencia en la sociedad como atributo de las personas científicamente cultas.
- Los investigadores, seguidos por los divulgadores, ponen el foco de atención en la comprensión del quehacer de la ciencia, en mayor medida que los tomadores de decisiones.
- Para los tomadores de decisiones, en general, más que para los investigadores y los divulgadores, es más característico de las personas científicamente cultas la aplicación de los conocimientos generados por la ciencia en las decisiones y problemas de la vida cotidiana, factor que algunos han relacionado con la apropiación de la ciencia y la tecnología (Patiño y Padilla, 2013), el nivel más alto de la relación entre la ciencia y la sociedad, según Godin y Gingras (2000).
- Por último, son relativamente similares las opiniones entre los tres subgrupos en cuanto a la distinción entre lo que es ciencia y aquello que no lo es, como un atributo de las personas científicamente cultas.

No obstante, la atribución de factores por parte de los tres subgrupos a las personas que se considerarían “científicamente cultas” mantienen en términos gruesos perfiles similares, como lo evidencia la figura 16. Tanto en esta gráfica como en la tabla 14 se

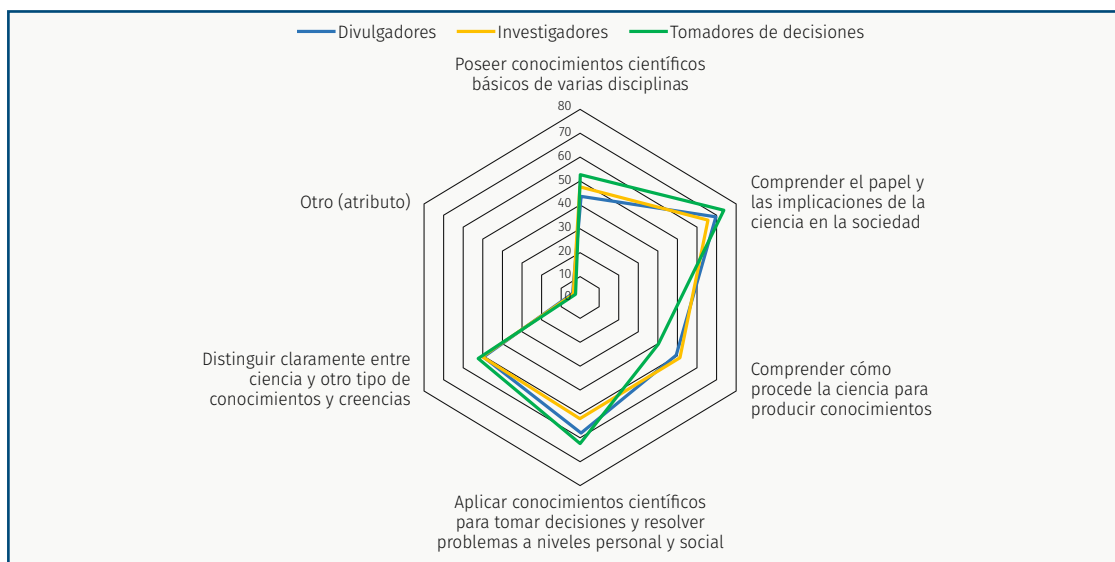


Figura 16. Opiniones de cada submuestra acerca de los atributos de una persona científicamente culta (pregunta 1). (Porcentajes).

puede notar que el atributo más asignado por los tres subgrupos, de manera coincidente, fue la comprensión del papel y las implicaciones de la ciencia en la sociedad.

Estrictamente hablando, la segunda pregunta no pretendió dar respuesta al Tópico 1, pero se consideró de interés incluirla para detectar qué tanto los actores de los sectores de ciencia y tecnología, y de educación superior, consideran que la labor de la divulgación debía o no enfocarse en el fortalecimiento de la cultura científica de la ciudadanía.

Pregunta 2. La labor de la divulgación de la ciencia consiste fundamentalmente en...

Para que los participantes dieran sus opiniones acerca del quehacer de divulgar la ciencia y la tecnología, se presentó un conjunto de afirmaciones, ante cada una de las cuales debían expresar su acuerdo o desacuerdo mediante una escala numérica del 1 al 5, con los siguientes significados extremos:

1 Totalmente en desacuerdo.

5 Totalmente de acuerdo.

Las seis afirmaciones mencionadas son las siguientes:

- Dar a conocer a la población los avances de la ciencia generados por los investigadores.
- Complementar los conocimientos científicos que los estudiantes adquieren en las escuelas.
- Promover la cultura científica de la población.
- Estimular las vocaciones hacia las ciencias.
- Promover el apoyo social a la ciencia.
- Combatir las pseudociencias y supersticiones.
- Otra (a especificar).²⁶

²⁶ A continuación, una muestra de los “Otros”, anotados por algunos respondientes: comunicar la ciencia con un lenguaje accesible, educación STEM, alentar el uso creativo del conocimiento para su aplicación en beneficio social, promover un pensamiento crítico y la apropiación social de conocimientos, eliminar los mitos transmitidos por ideas sin fundamentos, denunciar el uso militar de la ciencia, indagar la historia de las pseudociencias y las supersticiones, destacar la importancia de la ciencia para el bienestar social, dar a conocer a la población no sólo los avances científicos sino también la aplicación de los mismos, brindar conocimiento aplicable a la vida cotidiana para mejorarla, y despertar en la población el interés, la curiosidad y el gusto por la ciencia. Cabe destacar que un investigador de una universidad privada anotó: “Resolver problemas sociales y mejorar condiciones de vida de los más desfavorecidos”, aunque, ciertamente, la divulgación tecnocientífica no sería capaz, por sí sola, de resolver la problemática social.

La tabla 15 resume las opiniones expresadas por los 490 participantes en la encuesta. Los números 4 y 5 que encabezan las columnas de la derecha en la tabla, expresan las opiniones más acordes con las afirmaciones presentadas, y los números 1 y 2 las que menos concuerdan con ellas.

La afirmación con mayor porcentaje de alto acuerdo fue la de “Promover la cultura científica de la población”, y la afirmación con menor proporción de opiniones de alto acuerdo fue la de “Complementar los conocimientos científicos que los estudiantes adquieren en las escuelas”, lo cual parece consistente con la creciente visión entre los divulgadores en general, en cuanto a que, por una parte, si se desea una apropiación social amplia de la ciencia y la tecnología, la divulgación no debe enfocarse solamente en los escolares, sino en todos los segmentos de la población; por otra parte, a que se deben divulgar temas y conceptos no necesariamente alineados con los programas escolares vigentes.

La figura 17 muestra las proporciones de alto acuerdo (valores 4 y 5) y de bajo acuerdo (valores 1 y 2) con respecto a las seis afirmaciones planteadas.

Como se señaló, la afirmación con mayor porcentaje de alto acuerdo fue la de Promover la cultura científica de la población (con casi el 93% de los participantes totalmente de acuerdo o muy de acuerdo), seguida por la que plantea que hay que dar a conocer a la población los avances de la ciencia generados por los investigadores (77.5%). Solamente el 3.9% de los participantes en la encuesta se mostró claramente

Tabla 15. Opiniones acerca del “para qué” de la divulgación de la ciencia (pregunta 2)

Opciones de respuesta	De acuerdo				
	1	2	3	4	5
Dar a conocer a la población los avances de la ciencia generados por los investigadores	3.7% 18	4.1% 20	14.7% 72	25.1% 123	52.4% 257
Complementar los conocimientos científicos que los estudiantes adquieren en las escuelas	7.1% 35	12.7% 62	24.9% 122	27.8% 136	27.6% 135
Promover la cultura científica de la población	3.3% 16	0.6% 3	3.5% 17	13.3% 65	79.4% 389
Estimular la vocación hacia las ciencias	3.7% 18	6.5% 32	16.5% 81	29.6% 145	43.7% 214
Promover el apoyo social a la ciencia	3.5% 17	7.6% 37	16.1% 79	22.7% 111	50.2% 246
Combatir las pseudociencias y supersticiones	8.2% 40	10.8% 53	15.3% 75	18.0% 88	47.8% 234

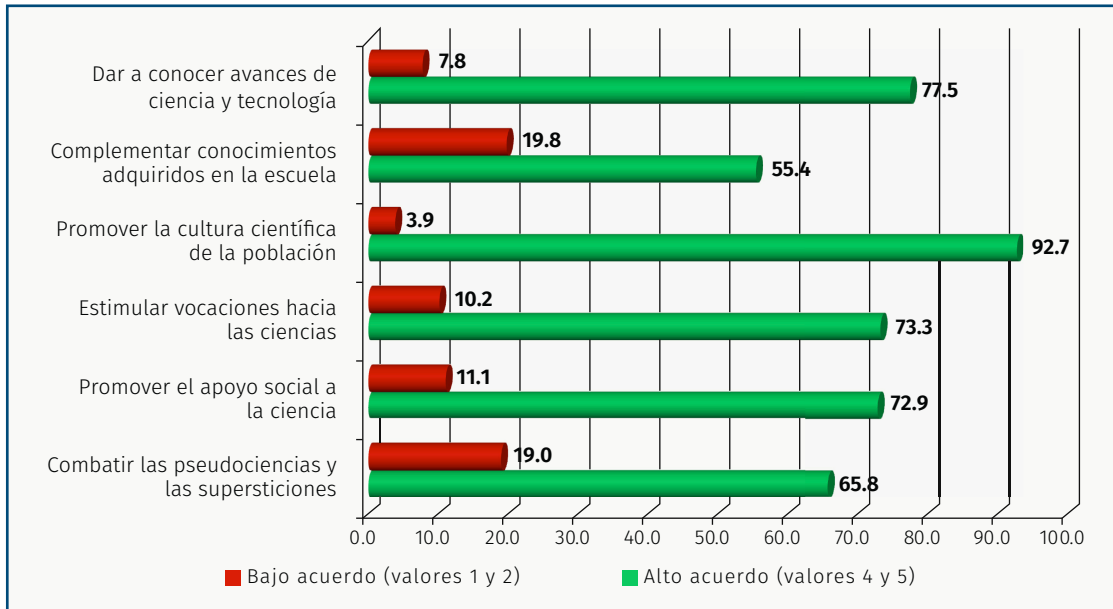


Figura 17. Opiniones acerca del “para qué” de la divulgación de la ciencia (pregunta 2). (Porcentajes)²⁷

te en desacuerdo con la afirmación que plantea que la divulgación debe fortalecer la cultura científica de la población en general.

Por otra parte, si se calcula el promedio ponderado del grado de acuerdo o desacuerdo expresado mediante los valores de la escala del 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo), asignados por los participantes a cada afirmación, se obtienen los datos reflejados en la figura 18 para cada una de las seis afirmaciones consideradas.

Para calcular los promedios ponderados se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$\bar{X}_w = \sum X_j \cdot w_i$$

donde: \bar{X}_w es el valor del promedio ponderado resultante

x_i es el valor (i) en la escala de acuerdo/desacuerdo (1, 2, 3, 4, 5)

w_i es el porcentaje de participantes que asignaron cada valor (i), expresado en “tanto por uno” o fracción de la unidad (ver tabla 15.)

Así, el grado de acuerdo promedio ponderado de los participantes con la primera afirmación (Dar a conocer a la población los avances de la ciencia generados por los investigadores), es:

²⁷ Los porcentajes de “alto acuerdo” y de “bajo acuerdo” para cada afirmación no suman el 100%, ya que no se consideró la proporción de respuestas correspondientes al valor 3, por considerarlo como “neutro”; esto es, que no permite inferir acuerdo ni desacuerdo.

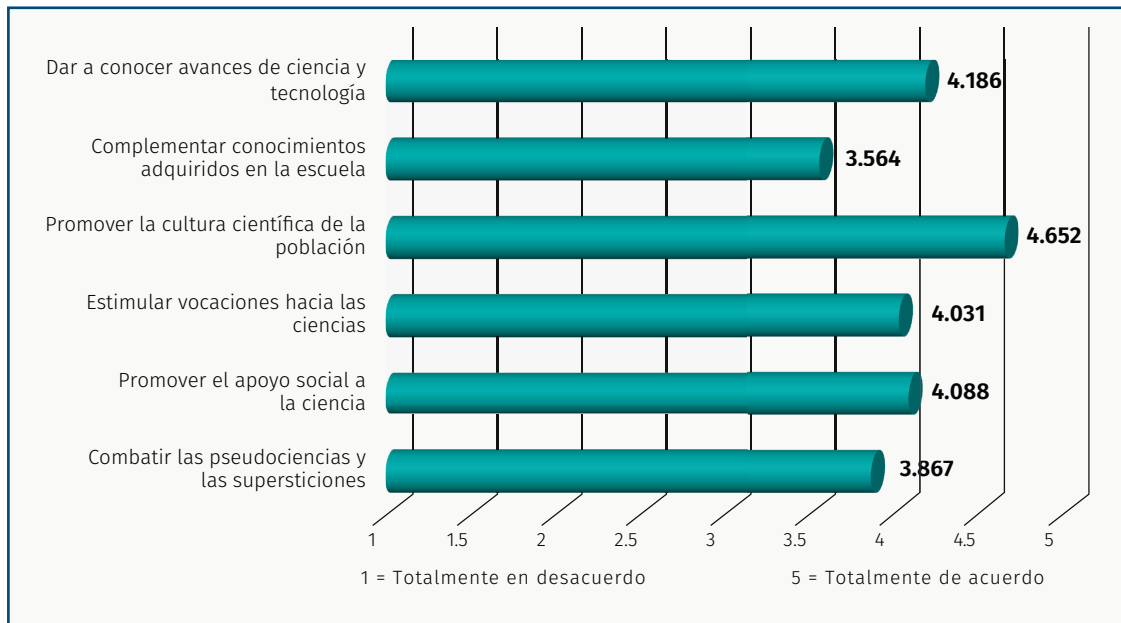


Figura 18. Promedios ponderados del grado de acuerdo o desacuerdo del total de participantes con respecto a cada afirmación (pregunta 2).

$$\bar{x}_{w1} = (1)(0.037) + (2)(0.042) + (3)(0.147) + (4)(0.251) + (5)(0.524) = 4.186$$

Los promedios ponderados para las otras cinco afirmaciones fueron calculados de manera similar (figura 18).

¿Qué piensan al respecto los divulgadores, los investigadores y los tomadores de decisiones, por separado?

La figura 19 da respuesta a esta pregunta, en términos de los promedios ponderados del grado de acuerdo o desacuerdo de estos tres subgrupos con respecto a cada una de las seis afirmaciones planteadas.

- Como se puede notar en la figura 19, los tres subgrupos mostraron mayor acuerdo con la afirmación “Promover la cultura científica de la población”, en cuanto a finalidad de la divulgación, aunque con ligeras diferencias: las opiniones combinadas de los divulgadores la favorecieron, con un promedio de prácticamente 4.8 sobre un máximo de 5.0 (totalmente de acuerdo), en mayor medida que los otros dos subgrupos, cuyos promedios son casi iguales. La postura de los divulgadores es consistente con las recientes corrientes que consideran la divulgación como estrategia importante —aunque ciertamente no única— para fortalecer la cultura tecnocientífica de la población.
- Los divulgadores mostraron también un mayor grado de acuerdo con las afirmaciones “Promover el apoyo social a la ciencia y Combatir las pseudociencias y las supersticiones”, seguidos en ambos casos, en orden decreciente, por los investi-

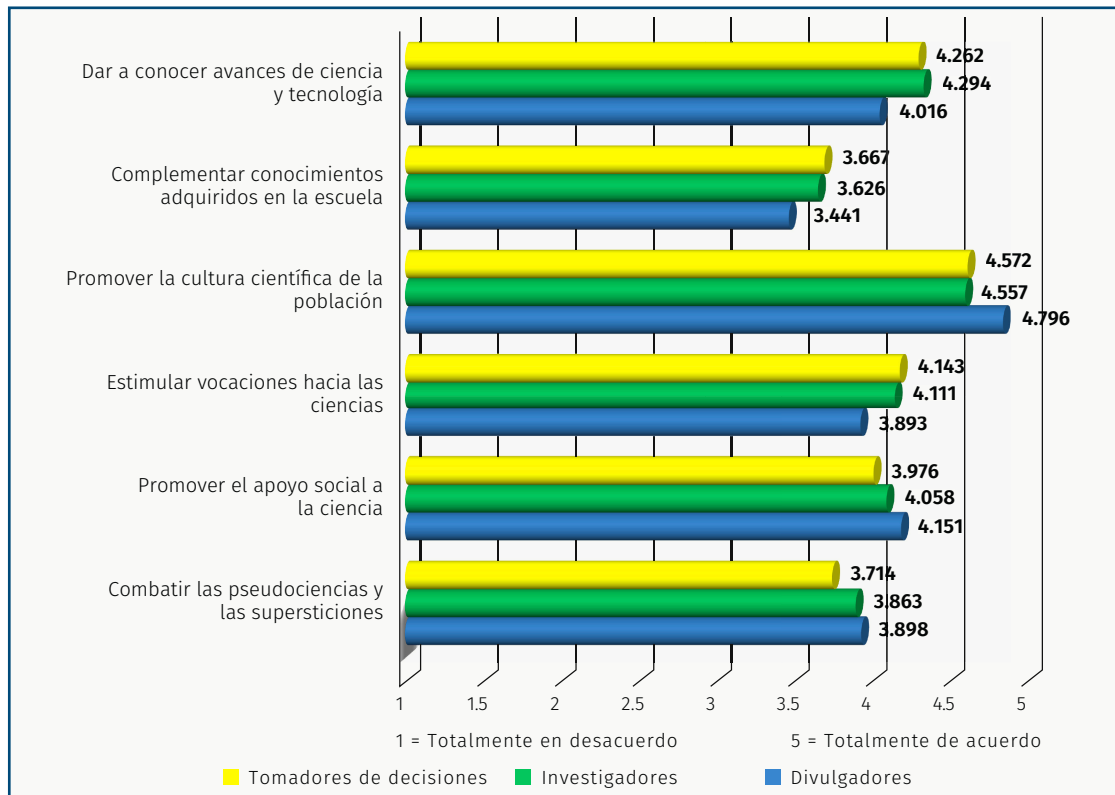


Figura 19. Promedios ponderados del grado de acuerdo o desacuerdo de cada subgrupo (pregunta 2).

gadores y los tomadores de decisiones. Llama la atención que las opiniones de los divulgadores son más favorables a considerar que su quehacer como tales ha de promover el apoyo a la ciencia y la tecnología, que las de los investigadores.

- En cambio, los divulgadores mostraron grados ligeramente menores de acuerdo que los investigadores y los tomadores de decisiones (en ese orden), en las afirmaciones “Estimular las vocaciones hacia la ciencia” y “Complementar los conocimientos que los estudiantes adquieren en la escuela”.
- En cuanto a que la divulgación consiste en “Dar a conocer a la población los avances de la ciencia generados por los investigadores”, el subgrupo de investigadores fue el que, en general, estuvo más de acuerdo con ella que los tomadores de decisiones; y aún más, que los divulgadores. En este sentido, tal vez se siga viendo a la divulgación como “el” medio para popularizar los conocimientos y resultados generados por las investigaciones.

De cualquier manera, y habida cuenta de las diferencias mencionadas, en términos generales los tres subgrupos parecen compartir sus visiones.

Tópico 2: La tercera pregunta del cuestionario se enfocó en dar respuestas al Tópico 2 de la investigación.

Pregunta 3. ¿El ciudadano común necesita ser “científicamente culto” para entender el mundo actual y participar activamente en la sociedad contemporánea?

Ante esta pregunta, el cuestionario ofreció cuatro alternativas de respuesta, en una escala de tipo Likert; tales opciones fueron:

- Totalmente en desacuerdo.
- Parcialmente en desacuerdo.
- Parcialmente de acuerdo.
- Totalmente de acuerdo.

Las respuestas de los 490 participantes se muestran en la tabla 16 y la figura 20. Las dos opciones “de acuerdo” sumaron casi el 89% del total, lo que revela un grado muy alto de concordancia, lo cual es lógico si se considera que muchos de los participantes se dedican precisamente a promover la cultura científica.

Tabla 16. Opiniones acerca de la necesidad del ciudadano de ser científicamente culto para comprender el mundo contemporáneo y actuar en él (pregunta 3)

	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Número de respuestas	19	36	206	229
Porcentaje del total	3.88%	7.35%	42.04%	46.73%

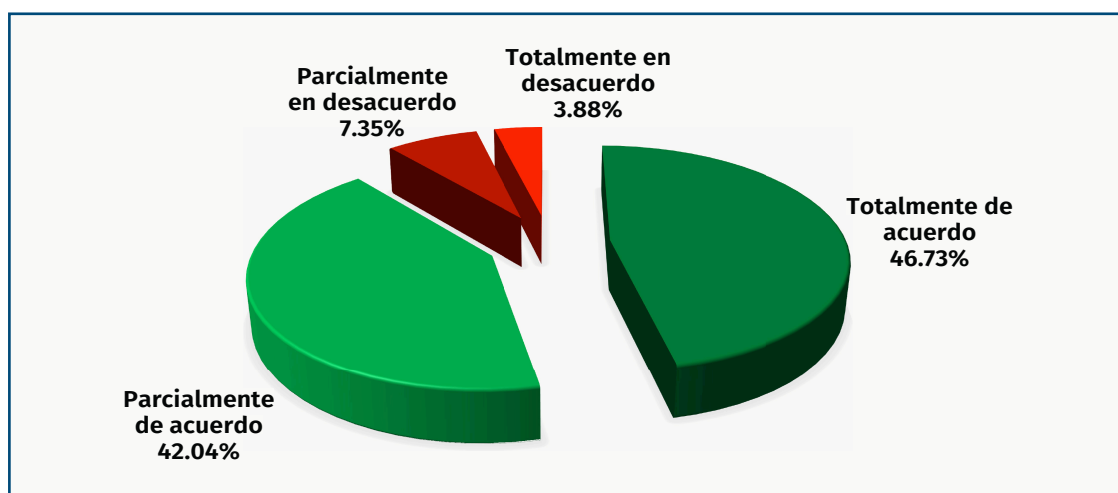


Figura 20. Opiniones acerca de la necesidad de que el ciudadano sea científicamente culto para comprender el mundo contemporáneo y actuar en él (pregunta 3). (Porcentajes).

Es posible asumir que la opinión de cada participante estuvo, probablemente, influida por lo que cada quien tuviera en mente de manera específica cuando se habla de “científicamente culto”, aunque no es posible saberlo con precisión. No obstante, las respuestas y los patrones encontrados a partir de la pregunta 1 dan una idea general de lo que el corpus de participantes define al respecto, en términos de las alternativas de respuesta que les fueron planteadas (tabla 17).

La figura 21 muestra en contraste las proporciones de “alto acuerdo” (parcial y totalmente) y de “bajo acuerdo” (parcial y totalmente) con respecto a la pregunta planteada.

Como se puede ver, hay un alto grado de coincidencia entre los tres subgrupos.

Tópico 3: La cuarta pregunta del cuestionario se enfocó en dar respuestas al Tópico 3 “¿Qué ciencia (conceptos, hechos, métodos, procesos del quehacer científico, etc.) necesita saber el ciudadano común?”.

Tabla 17. Opiniones acerca de la necesidad del ciudadano de ser científicamente culto para comprender el mundo contemporáneo y actuar en él (pregunta 3). (Porcentajes)

	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Divulgadores	5.38	5.38	41.94	47.31
Investigadores	3.44	8.02	43.89	44.66
Tomadores de decisiones	0.00	11.91	30.95	57.14

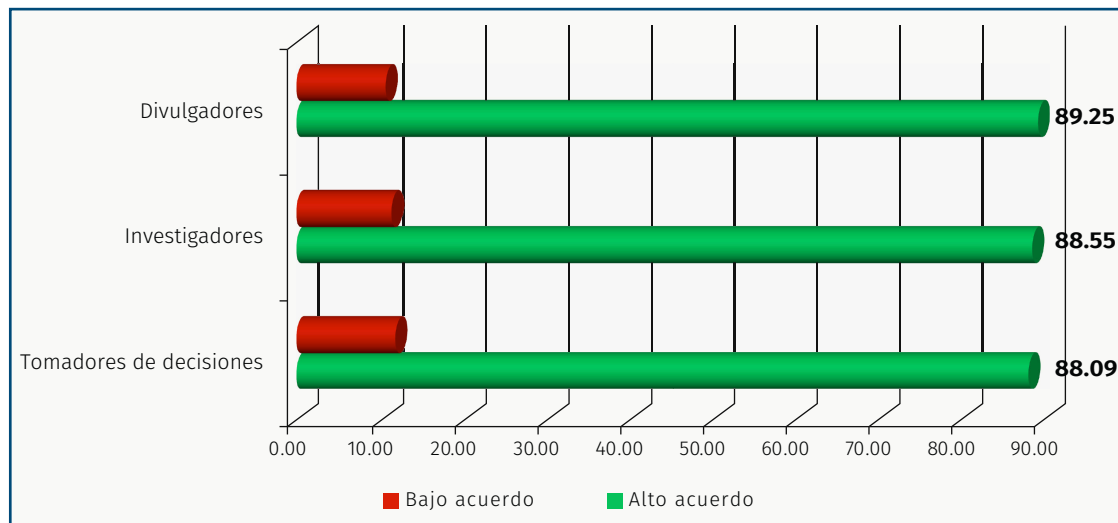


Figura 21. Opiniones acerca de la necesidad del ciudadano de ser científicamente culto para comprender el mundo contemporáneo y actuar en él (pregunta 3). (Porcentajes).

Pregunta 4. ¿Qué grandes temas de ciencia es necesario que sepan los ciudadanos?

Para esta pregunta no se ofrecieron respuestas cerradas en el cuestionario, sino que quedaron abiertas para que los respondientes pudieran anotar sus opiniones de manera libre, con sus propias palabras, y se les pidió que mencionaran cinco temas como máximo. Se registró un total de 2313 respuestas diversas, que corresponden a una media aritmética de 4.72 repuestas por encuestado.

Como es de suponer, esto requirió una actividad de depuración de las respuestas no válidas,²⁸ y el posterior agrupamiento de conceptos específicos (que más bien deberían haber sido respuestas a la pregunta 7), así como de temas en categorías temáticas, mediante la aplicación de criterios de afinidad. De este modo se establecieron 144 categorías de grandes temas distintos. La “nube de palabras” de la figura 22 refleja la proporción relativa de la cantidad de respuestas correspondientes a cada categoría temática.

De los 144 grandes temas, los ocho más mencionados representaron en conjunto el 40.6% del total de respuestas válidas (tabla 18).



Figura 22. Representación gráfica de los grandes temas que, en opinión de los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones, es necesario que conozcan los ciudadanos (pregunta 4).

²⁸ Por ejemplo, aquellas que no se refieren a temas de ciencias, sino de otros campos, como arte, religión y conciencia vial; que no son precisas, como cualquier tema o curiosidad; que no se refiriera a temas en concreto, sino a campos demasiado amplios, como humanidades o ciencias aplicadas; o bien palabras incompletas, como “A”, “De”, etc.

Con una sola mención se registraron 33 temas, que representan el 1.4% del total de menciones.

Como se puede notar, los temas relacionados con el bienestar de las personas (salud y nutrición) y con el ecosistema planetario (medioambiente, desarrollo sostenible, cambio climático y energía), son aquellos que los participantes en el corpus consideran más importante que las personas debieran conocer, seguidos por los temas de la evolución y de la relación entre la ciencia y la sociedad.

Tabla 18. Las ocho grandes categorías temáticas más mencionados con respecto a los temas que deben saber los ciudadanos (pregunta 4).
(Porcentajes)

Temas	Respuestas	% del total de participantes en el corpus	% del total de respuestas
Salud	200	40.8	8.7
Medioambiente	198	40.4	8.6
Desarrollo sostenible	128	26.1	5.6
Cambio climático	98	20.0	4.2
Nutrición	91	18.6	3.9
Energía	88	18.0	3.8
Evolución	67	13.7	2.9
Relación ciencia-sociedad	67	13.7	2.9

Tópico 4: Las preguntas quinta, sexta y séptima del cuestionario en línea están relacionadas con el Tópico 4 “¿Debe existir un catálogo básico de hechos o conceptos de ciencia y tecnología que deba saber el ciudadano común?”.

Pregunta 5. ¿Es conveniente que el ciudadano común conozca un conjunto específico de hechos o conceptos de ciencia y tecnología?

Las respuestas a esta pregunta reflejan una opinión contundentemente positiva, pues el 94.5% del total de participantes en la encuesta contestaron afirmativamente (tabla 19 y figura 23).

Segmentadas por tipo de respondiente en cuanto a su caracterización profesional, la tabla 20 muestra la estructura de las respuestas a esta pregunta.

Como se comentó en el párrafo anterior, en general las respuestas fueron afirmativas en una alta proporción. No obstante, cabe hacer notar que fue mayor la proporción de

Tabla 19. Opiniones acerca de la conveniencia de que el ciudadano conozca un catálogo de conceptos de ciencia y tecnología (pregunta 5)

Respuesta	Participantes	Porcentajes
Sí	463	94.5
No	27	5.5
Total	490	

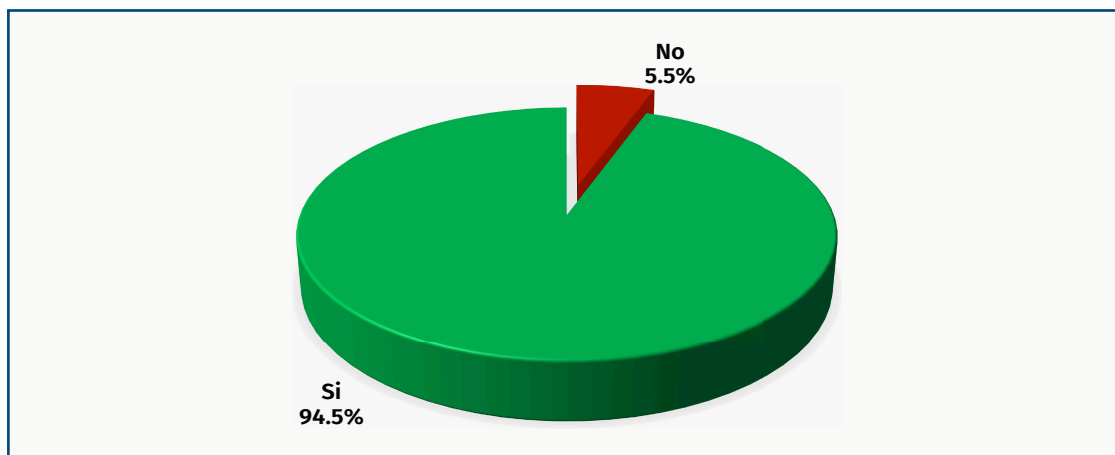


Figura 23. Opiniones acerca de la conveniencia de que el ciudadano conozca un catálogo de conceptos de ciencia y tecnología (pregunta 5). (Porcentajes).

divulgadores cuya respuesta fue negativa, que las de investigadores y tomadores de decisiones (tabla 20).

Pregunta 6. En caso de una respuesta afirmativa a la pregunta anterior, ¿es convenientemente que ese conjunto de hechos o conceptos sea universal, o bien que varíe de acuerdo con los contextos de vida de las personas (por ejemplo, urbano o rural)?

Tabla 20. Opiniones acerca de la conveniencia de que el ciudadano conozca un catálogo de conceptos de ciencia y tecnología por subgrupo (pregunta 5). (Porcentajes)

Respuesta	Divulgadores	Investigadores	Tomadores de decisiones
Sí	93.0	95.0	97.6
No	7.0	5.0	2.4

te que ese conjunto de hechos o conceptos sea universal, o bien que varíe de acuerdo con los contextos de vida de las personas (por ejemplo, urbano o rural)?

Esta pregunta discriminó a los 27 participantes que contestaron "No" a la pregunta 5, por lo que el total de respondientes a esta pregunta 6 fue de 463 personas.

Las dos únicas opciones de respuesta fueron: [Ese conjunto de hechos o conceptos] “Debe ser universal” y “Debe ser al menos en parte distinto, dependiendo del contexto” (tabla 21 y figura 24).

Tabla 21. Opiniones acerca de la conveniencia de que ese catálogo sea o no universal (pregunta 6). (Porcentajes)

Respuesta	Participantes	Porcentajes
Debe ser universal	176	38.0
Debe ser al menos en parte distinto, dependiendo del contexto	287	62.0
Total	463	

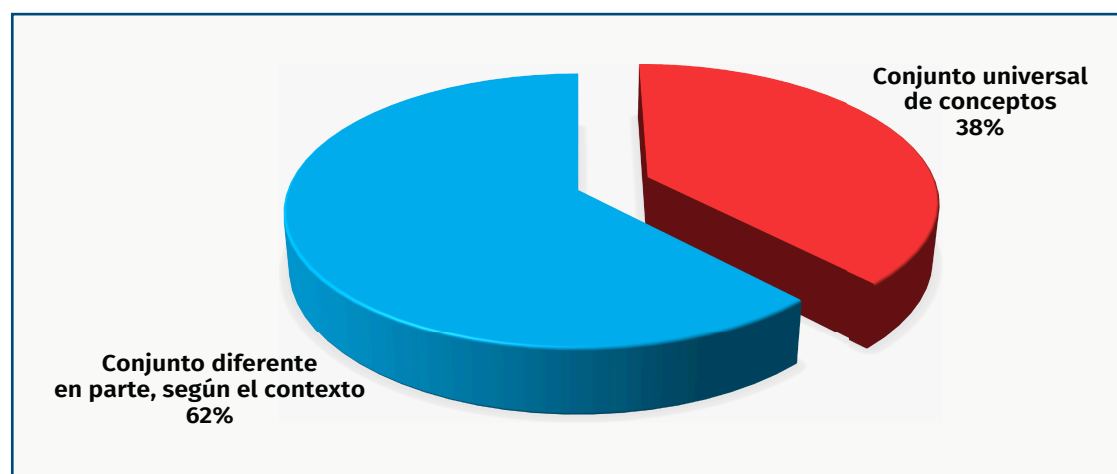


Figura 24. Opiniones acerca de la conveniencia de que ese catálogo sea o no universal (pregunta 6). (Porcentajes).

Al estar segmentadas las respuestas según la caracterización profesional de los respondientes, se obtuvieron la tabla 22 y la figura 25.

Tabla 22. Opiniones acerca de la conveniencia de que ese catálogo sea o no universal (pregunta 6). (Porcentajes)

Respuesta	Divulgadores	Investigadores	Tomadores de decisiones
Debe ser universal	32.4	41.4	41.5
Debe ser al menos en parte distinto, dependiendo del contexto	67.6	58.6	58.5

Como lo evidencian los datos de la tabla y la figura, el grupo de investigadores y el de tomadores de decisiones tuvieron prácticamente los mismos perfiles de opinión: alrededor del 59% a favor de que el conjunto de hechos y conceptos que conviene que

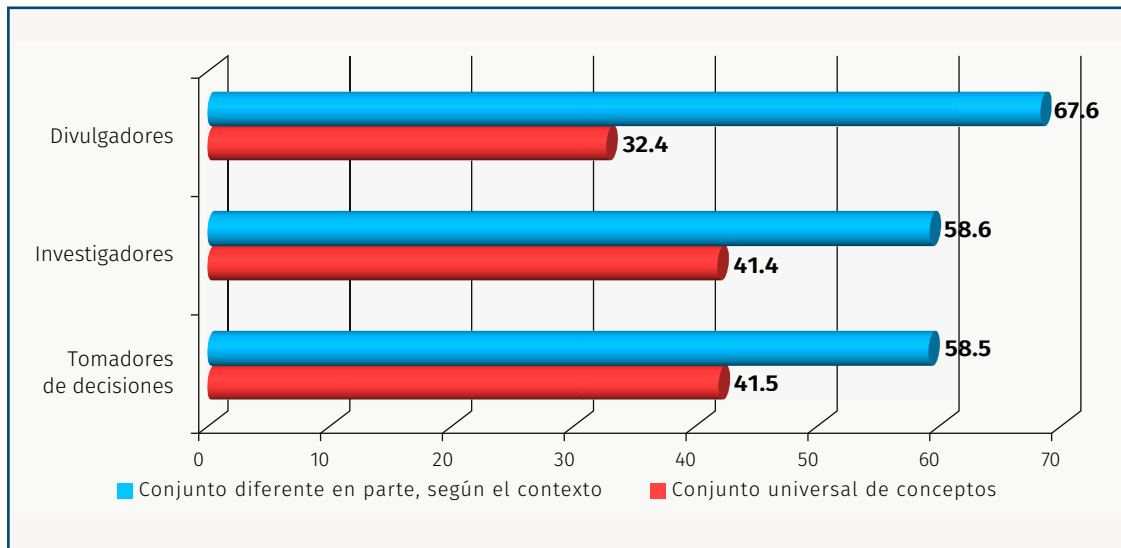


Figura 25. Opiniones acerca de la conveniencia de que ese catálogo sea o no universal (pregunta 6). (Porcentajes).

conozca la ciudadanía sea al menos diferente en parte, dependiendo del contexto de cada segmento poblacional, contra un 41% a favor de que ese conjunto de datos sea el mismo para todos.

El grupo de divulgadores expresó una estructura diferente de opiniones al de los otros dos grupos de respondientes, pues un mayor número de ellos (poco más de dos terceras partes) se mostró a favor de que el conjunto de datos dependiera de los contextos. Esto indica una inclinación de los divulgadores de la ciencia por dar mayor énfasis a un enfoque basado en la pertinencia social.

Pregunta 7. ¿Cuáles serían conceptos indispensables en ese catálogo? (Máximo 3).

Para esta pregunta no se ofrecieron respuestas cerradas en el cuestionario, sino que quedaron abiertas para que los respondientes anotaran sus opiniones de manera libre y con sus propias palabras. Se registró un total de 944 respuestas abiertas de contenido diverso, las cuales corresponden a una media aritmética de 1.93 repuestas por encuestado.

En este caso también se requirió una actividad inicial de depuración de las respuestas no válidas²⁹ y posteriormente el agrupamiento de conceptos específicos (que más bien deberían haber sido respuestas a la pregunta 7) y de temas, mediante la técnica de agrupación por afinidad. De esta manera se identificaron 280 conceptos distintos. La

²⁹ Respuestas que no se referían a conceptos, hechos o fenómenos específicos, sino a grandes temas, como lenguajes formales, medicina alternativa y propiedad de los materiales, entre otros, o a tópicos ambiguos, como objetividad, de uso común, conocimientos, desarrollo y otros semejantes; hubo también otras que no se refieren a conceptos o hechos científicos, como por ejemplo paisaje, usos y costumbres, gobernanza o saber leer; además, también se encontraron enunciados o palabras incompletas o sin significado, como B, XXXX, etc.

Tabla 23. Los siete conceptos más mencionados en calidad de propuestas para integrar un catálogo básico de conceptos que los ciudadanos deberían conocer (pregunta 7). (Porcentajes)

Conceptos	Respuestas	% del total de participantes en el corpus	% del total de respuestas
Evolución	50	10.2	5.3
Cambio climático	40	8.2	4.2
Sustentabilidad	35	7.1	3.7
Ciencia en la sociedad	29	5.9	3.1
Contaminación	28	5.7	3.0
Tecnologías de la información y la comunicación	24	4.9	2.5
Métodos científicos	24	4.9	2.5

Tópico 5: La octava pregunta del cuestionario se enfocó en dar respuestas al tópico 5, y quedó redactada de la misma manera en que se planteó.

Pregunta 8. ¿Es importante que la gente entienda la forma en que trabajan los científicos?

Un aspecto de la realidad que se ha detectado a través de diversos estudios (Padilla y Patiño, 2011; CONACYT, 2013; Patiño y Padilla, 2016), es que, en general, la población mexicana no comprende en qué consiste el quehacer científico ni cómo proceden los científicos para generar y validar conocimientos. Por ello, se buscó indagar si, desde el punto de vista de quienes están en el sector de ciencia y tecnología, o tienen relación con él, sería relevante que las personas conozcan y entienda la forma en que trabajan los científicos. En una escala tipo Likert se plantearon las siguientes opciones de respuesta a la octava pregunta del cuestionario en línea:

- Sí, es indispensable.
- Sí, sería deseable.
- No es importante.
- Es irrelevante.

La tabla 24 y la figura 27 dan cuenta de las proporciones que representan las respuestas dadas por los participantes a esa pregunta.

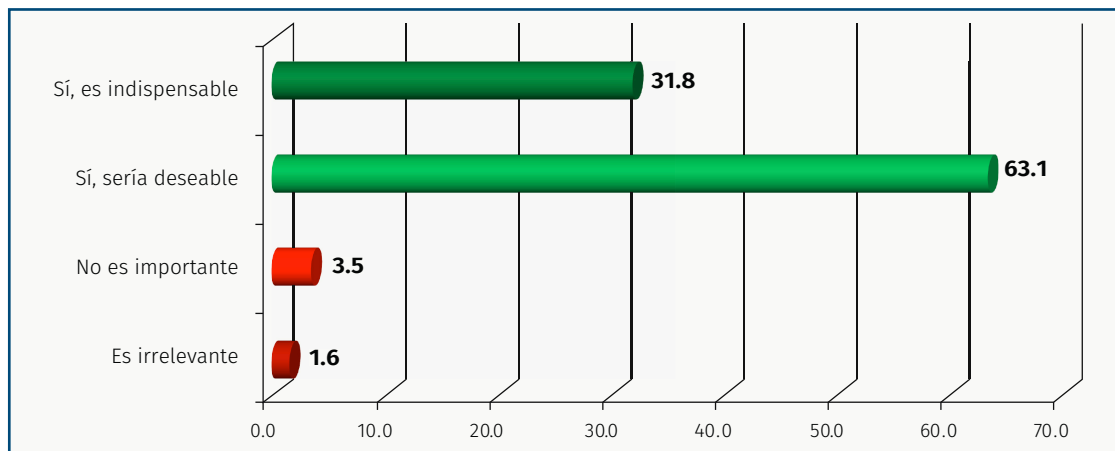
Seis de cada 10 participantes concordaron en que sería deseable que la población en general conozca y comprenda la naturaleza del quehacer de los científicos, valor

Tabla 24. Opiniones acerca de la conveniencia de que el ciudadano entienda cómo trabajan los científicos (pregunta 8)

Opciones de respuesta	Nº de respuestas	Porcentaje del total de participantes
Sí, es indispensable	156	31.8
Sí, sería deseable	309	63.1
No es importante	17	3.5
Es irrelevante	8	1.6
Total	490	

que representa una proporción considerable. Poco más de la tercera parte de encuestados fueron aún más allá, y opinaron que ello es indispensable. Si se suman ambos porcentajes se llega casi al 95%. En cambio, solamente el 5.1% opinó que no es importante o que es irrelevante que el ciudadano común esté al tanto de la forma en que trabajan las personas dedicadas a la ciencia.

La proporción tan alta de divulgadores, científicos y tomadores de decisiones que considera que el ciudadano común debería entender la manera de cómo trabajan los científicos, sugiere que una característica de las personas “científicamente cultas” sería —más allá, entre otras cosas, de comprender el papel de la ciencia en la sociedad contemporánea, de contar con conocimientos básicos de varias disciplinas y de aplicar esos conocimientos científicos para tomar decisiones y resolver problemas a nivel tanto personal como social—, entender cómo trabajan los investigadores y los tecnólogos.

**Figura 27.** Opiniones acerca de la conveniencia de que los ciudadanos entiendan cómo trabajan los científicos (pregunta 8) (porcentajes).

De manera diferenciada, la tabla 25 presenta la proporción de las respuestas de cada uno de los tres subgrupos de participantes en el estudio a la pregunta 8.

Tabla 25. Opiniones acerca de la conveniencia de que el ciudadano entienda cómo trabajan los científicos (pregunta 8). (Porcentajes)

	Es irrelevante	No es importante	Sí, sería deseable	Sí, es indispensable
Divulgadores	1.1	2.1	62.4	34.4
Investigadores	2.3	4.6	61.8	31.3
Tomadores de decisiones	0.0	2.4	73.8	23.8

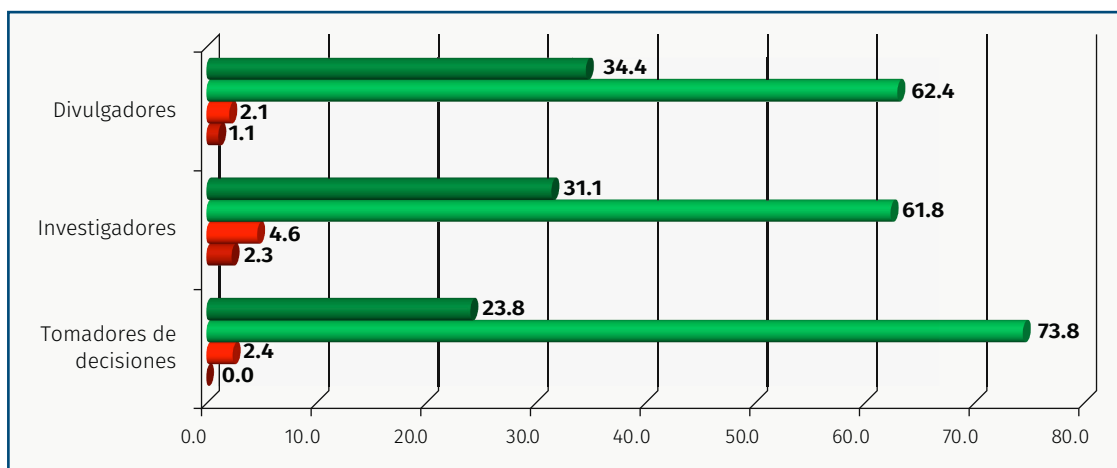


Figura 28. Opiniones acerca de la conveniencia de que el ciudadano entienda cómo trabajan los científicos (pregunta 8). (Porcentajes)

En el subgrupo de divulgadores se registró la proporción más alta de respuestas a “Sí, es indispensable”; en cambio, una mayor proporción de tomadores de decisiones se inclinó por “Sí, sería deseable”. Llama la atención que, aun siendo elevados los porcentajes de investigadores a favor de que los ciudadanos comprendan cómo trabajan los científicos (31.1 + 61.8%), sean menores que los correspondientes a los grupos de divulgadores y de tomadores de decisiones.

Tópico 6: La novena pregunta del cuestionario en línea se enfocó en dar respuesta al tópico “¿Necesita la sociedad ciudadanos científicamente cultos?, ¿o basta que sólo los científicos lo sean?”.

Pregunta 9. ¿Necesita la sociedad ciudadanos científicamente cultos?

Uno de los propósitos de la divulgación de la ciencia es, entre otros, fortalecer la cultura científica de la población. Esto no es solamente un valor entendido, sino que así lo muestran las opiniones de los participantes en la encuesta, como lo evidencian las respuestas a la pregunta 2 (cfr. tabla 15 y figura 18). Por otra parte, se puede pensar que una sociedad del conocimiento, o una sociedad con una economía basada en el conocimiento, requiere de una ciudadanía con una sólida cultura científica y tecno-

lógica. En consecuencia, surge la siguiente pregunta: ¿Necesita la sociedad, para su desarrollo socio-económico y para una vida con bienestar de toda la población, de una ciudadanía científicamente culta? o, por el contrario, ¿bastaría con que sólo los científicos sean científicamente cultos?

Las respuestas de los 490 participantes en la encuesta revelan que casi hubo consenso en la opinión de que la sociedad sí necesita que las personas no especialistas en ciencia ni relacionadas con el quehacer científico y tecnológico sean, en general, científicamente cultas (tabla 26 y figura 29).

Tabla 26. Opiniones acerca de la necesidad social de ciudadanos científicamente cultos. (Pregunta 9)

Respuesta	Participantes	Porcentajes
Sí	473	96.5
No, basta con que los científicos lo sean	17	3.5
Total	490	

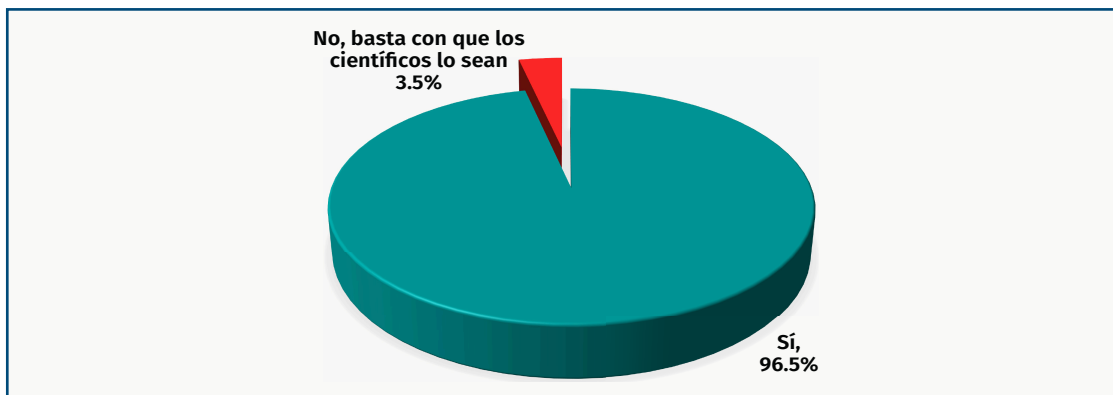


Figura 29. Opiniones acerca de la necesidad social de ciudadanos científicamente cultos (pregunta 9). (Porcentajes).

Considerando lo que cada subgrupo de participantes en el corpus contestó a la pregunta, destaca que el 100% de los tomadores de decisiones opinó que la sociedad requiere ciudadanos científicamente cultos.

Con tan sólo un punto porcentual de diferencia, los conjuntos de divulgadores y de investigadores opinaron con bastante similitud (figura 30). En el caso particular de los divulgadores, es notable que, aunque en proporción muy reducida (3.2%), varios de ellos opinaron que la sociedad no necesita ciudadanos dotados con una cultura científica, considerando que una de las principales finalidades de la divulgación es fortalecer la cultura tecnocientífica de la población. Sin embargo, tres de los seis divulgadores que opinaron en este sentido, en la pregunta 2 se manifestaron totalmente de acuerdo en que la divulgación consiste en fomentar la cultura científica de la población, y sólo uno de los seis expresó su desacuerdo parcial con esa afirmación.

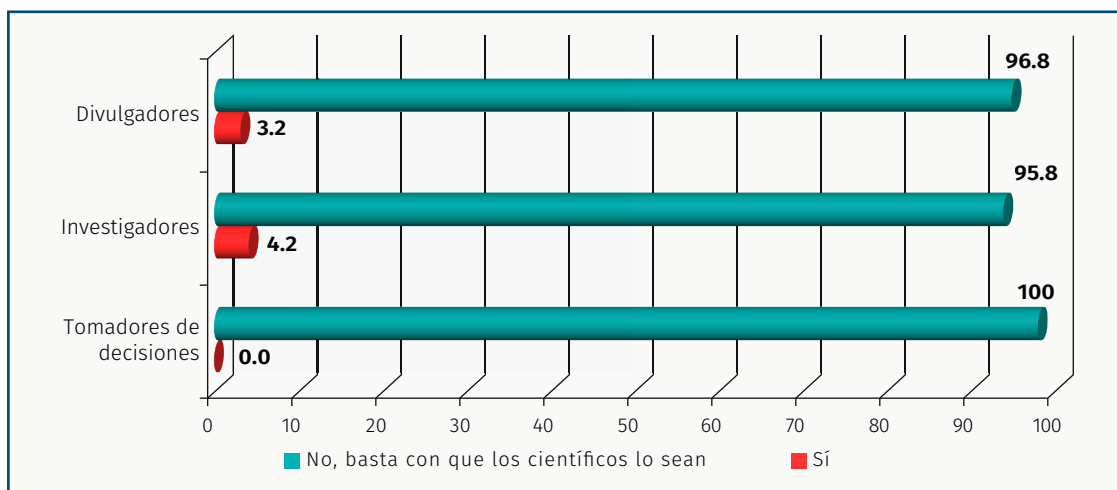


Figura 30. Opiniones acerca de la necesidad social de ciudadanos científicamente cultos (pregunta 9). (Porcentajes).

Tópico 7: La décima pregunta del cuestionario se enfocó en dar respuesta al séptimo tópico, y quedó redactada de la misma manera en que se planteó.

Pregunta 10. ¿Debe haber prioridades en cuanto a qué divulgar, en términos de apoyos gubernamentales y asignación de recursos institucionales?

Ante esta pregunta los participantes podían elegir como máximo dos opciones si su respuesta era afirmativa.

A nivel de América Latina, un estudio reveló que incluso en el marco de las instituciones que realizan divulgación en los países del área, en la mayoría de los casos son los propios comunicadores de ciencia quienes eligen o determinan los temas que divulgan al público (Patiño, Padilla y Massarani, 2017). En mucho menor medida, lo que se divulga está determinado por las líneas preferenciales de acción institucional, por acuerdo con los públicos destinatarios o por estudios de público enfocados en detectar necesidades y temas de interés.

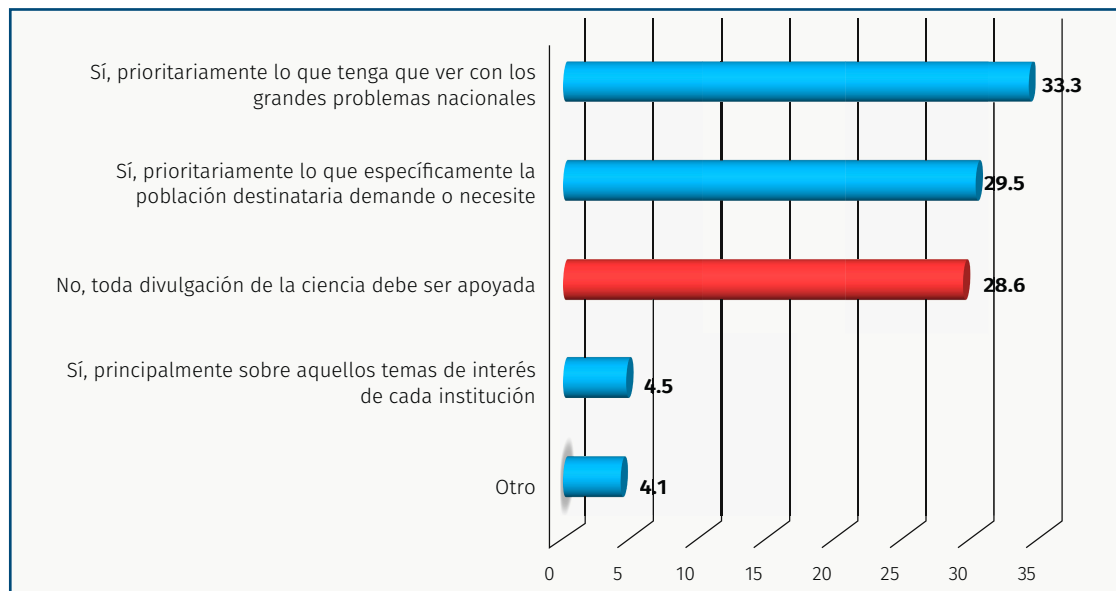
El asunto de cómo se debe determinar lo que se ha de divulgar, y si se ha de dar preferencia a la divulgación de ciertos temas, ha sido polémico en la comunidad mexicana de divulgadores. Este es el marco de la pregunta décima del cuestionario en línea.

En el cuestionario se plantearon cuatro respuestas opcionales, dando también la posibilidad de anotar respuestas específicas no incluidas; se pidió a cada participante, en el caso que su respuesta fuera afirmativa, que eligiera dos alternativas como máximo,³⁰ en el sentido de que si debería o no haber prioridades (tabla 27 y figura 31).

³⁰ Por ello, los porcentajes de la tercera columna de la tabla 27 no suman 100%, pues se calcularon sobre la base del total de participantes y no del total de respuestas; cada cifra representa el porcentaje de participantes que eligió la respuesta correspondiente, aunque no haya sido su única elegida.

Tabla 27. Opiniones sobre la pertinencia de aplicar prioridades en el apoyo a acciones de divulgación dependiendo de los temas a divulgar (pregunta 10)

Opciones de respuesta	Nº respuestas	Porcentaje del total de participantes	Porcentaje del total de respuestas
No, toda divulgación de la ciencia debe ser apoyada	202	41.2	28.6
Sí, principalmente sobre aquellos temas de interés de cada institución	32	6.5	4.5
Sí, prioritariamente lo que específicamente la población destinataria demande o necesite	209	42.6	29.5
Sí, prioritariamente lo que tenga que ver con los grandes problemas nacionales	236	48.2	33.3
Sí, por otra razón (especificar) ³¹	29	5.9	4.1
Número de respuestas	708		
Número de respondientes	490		
Promedio de respuestas por participante	1.44		

**Figura 31.** Opiniones acerca de la pertinencia de aplicar prioridades en el apoyo a acciones de divulgación, en cuanto a temas a ser divulgados (pregunta 10). (Porcentajes de un total de 708 respuestas).

³¹ A continuación, una muestra de los "Otros", anotados por algunos respondientes: debe haber esfuerzos en dos sentidos: uno que se dirija a temas generales, globales, y otro que sea específico a nuestro contexto; y ambos transversales, pues nuestro contexto no está dissociado de la situación mundial; bienestar social; en parte debe ser de interés o relevancia local; prioritariamente lo que tenga que ver con los retos de la complejidad del presente y el futuro en el contexto local, nacional y mundial; toda la divulgación debe ser apoyada, pero es una realidad que los apoyos gubernamentales son limitados, por lo tanto, se deben atender los problemas de la población que al final son parte de los grandes problemas nacionales; de acuerdo a un conjunto de saberes mundialmente pertinentes; lo que el país necesite en

Como lo evidencian los resultados, la mayoría relativa de respuestas a la pregunta 10 correspondió a la afirmación “Sí, prioritariamente lo que tenga que ver con los grandes problemas nacionales”, presuponiéndose aquellos problemas a los cuales la ciencia y la tecnología pudieran aportar soluciones. Esta elección representó una tercera parte de las respuestas a esta pregunta, contestada por el 48.2% de los participantes en la encuesta. En segundo lugar de preferencia, pero no muy distante de la primera, se ubicó la relacionada con las necesidades y demandas de las poblaciones destinatarias de las acciones de divulgación.

Cabe destacar que la única respuesta opcional en el sentido de que no debe haber prioridades en el apoyo, por lo cual todas las acciones de divulgación de la ciencia deberían ser apoyadas, fue seleccionada por el 41.2% de los participantes, y representó el 28.6% del total de respuestas, contra el 71.4% de aquellas que se inclinaron por el establecimiento de prioridades para el apoyo (figura 32).

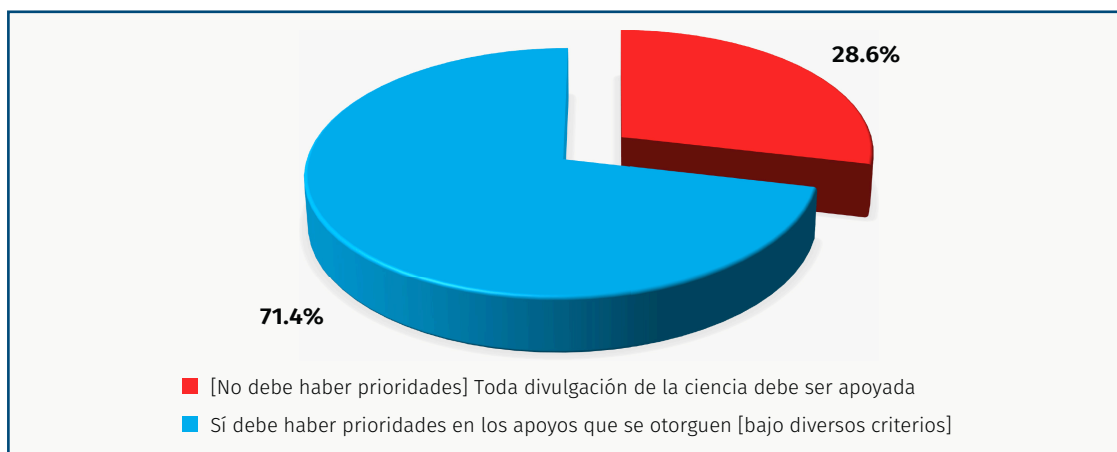


Figura 32. Opiniones favorables y desfavorables acerca de la pertinencia de aplicar prioridades en el apoyo a acciones de divulgación (pregunta 10). (Porcentajes de un total de 708 respuestas).

En la tabla 28 y figura 33 se presentan las opiniones de divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones por separado.

Por opciones de respuesta, las preferencias, en términos de frecuencia relativa, fueron las siguientes:

- El subgrupo que se inclinó en mayor medida en el sentido de que no haya prioridades y que toda divulgación sea apoyada, fue el de los investigadores, con casi

función de ser competitivo, mejorar la calidad de vida y combatir la pobreza; los grandes problemas de la humanidad (energía, alimentos, sobrepoblación, desigualdad, enfermedad, decisiones políticas) y cómo el enfoque científico puede aportar con soluciones; prioritariamente lo que mejore la calidad de vida de los más desfavorecidos; lo que permita al ciudadano ser consciente y responsable de sus propias decisiones; lo que tenga impacto en la generación de conocimiento y tecnología, empresas y, por lo tanto, de empleos; toda ciencia debe ser apoyada, pero existen temáticas transversales independientes a la ciencia que deben ser abordadas con urgencia, como los temas de sostenibilidad y de equidad social.

Tabla 28. Opiniones acerca de la pertinencia de aplicar prioridades en el apoyo a acciones de divulgación en relación con los temas para ser divulgados (pregunta 10). (Porcentajes)

Opciones de respuesta	Divulgadores	Investigadores	Tomadores de decisiones
No, toda divulgación de la ciencia debe ser apoyada	25.7	32.1	21.2
Sí, principalmente sobre aquellos temas de interés de cada institución	5.1	4.9	0.0
Sí, prioritariamente lo que específicamente la población destinataria demande o necesite	33.3	25.5	36.4
Sí, prioritariamente lo que tenga que ver con los grandes problemas nacionales	31.2	33.4	42.4
Otro	4.7	4.1	0.0

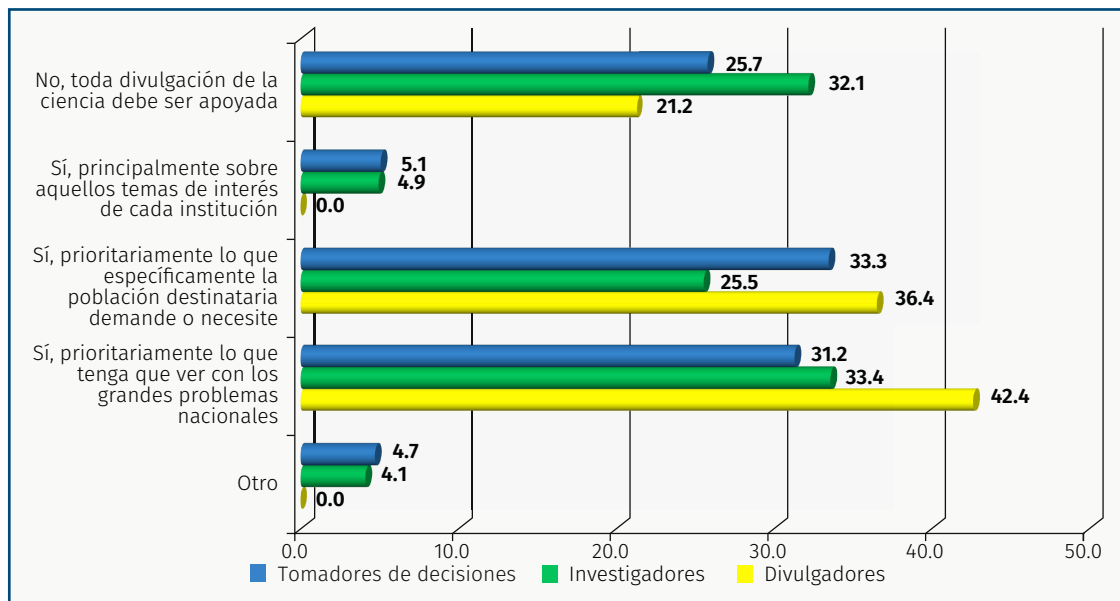


Figura 33. Opiniones acerca de la pertinencia de aplicar prioridades en el apoyo a acciones de divulgación en relación con los temas para ser divulgados (pregunta 10). (Porcentajes por subgrupo).

una tercera parte de sus respuestas. En cambio, fueron los tomadores institucionales de decisiones quienes eligieron en menor proporción esta respuesta.

- Con respecto a que se apoye principalmente a la divulgación que se apegue a los temas de interés de cada institución (universidades, centros de investigación, dependencias públicas, etc.), fueron los divulgadores —por un pequeño margen sobre los investigadores— quienes favorecieron en mayor medida este planteamiento, aunque cabe destacar que en esta respuesta los porcentajes resultaron ser muy bajos; por su parte, ninguno de los tomadores de decisiones optó por esta respuesta.

- La opción de priorizar el apoyo a la divulgación en aquello que los públicos destinatarios necesiten o demanden, fue preferida en mayor proporción por el subgrupo de tomadores de decisiones, seguido por el de divulgadores; entre los investigadores esta opción fue la menos considerada.

En cuanto a preferencias por tipo de participante, destacan los siguientes resultados:

- Los tomadores de decisiones optaron en mayor proporción que los investigadores y los divulgadores (quienes mostraron mayor coincidencia entre sí), por un apoyo prioritario a las acciones de divulgación enfocadas en los grandes problemas nacionales.
- El grupo de investigadores eligió en mayor medida priorizar el apoyo a la divulgación enfocada en los grandes problemas nacionales (al igual que los tomadores institucionales de decisiones), y casi a la par, el que toda divulgación sea apoyada.
- Por último, la opción mayormente elegida por los divulgadores fue que se priorice el apoyo a la divulgación que responda a necesidades o demandas de los públicos destinatarios, lo que corresponde a un enfoque de pertinencia social.

Capítulo 6.

Lo que opinan los ciudadanos

La muestra de ciudadanas y ciudadanos

El segundo componente de la investigación realizada se basó, como se mencionó, en el levantamiento de encuestas presenciales en seis ciudades de distintas regiones del país.

La encuesta fue contestada por 536 varones y 543 mujeres en las seis ciudades (figura 34). Como referencia, en 2015 el 51.4% de la población mexicana estaba constituida por mujeres y el 48.6% por varones (INEGI, 2015).

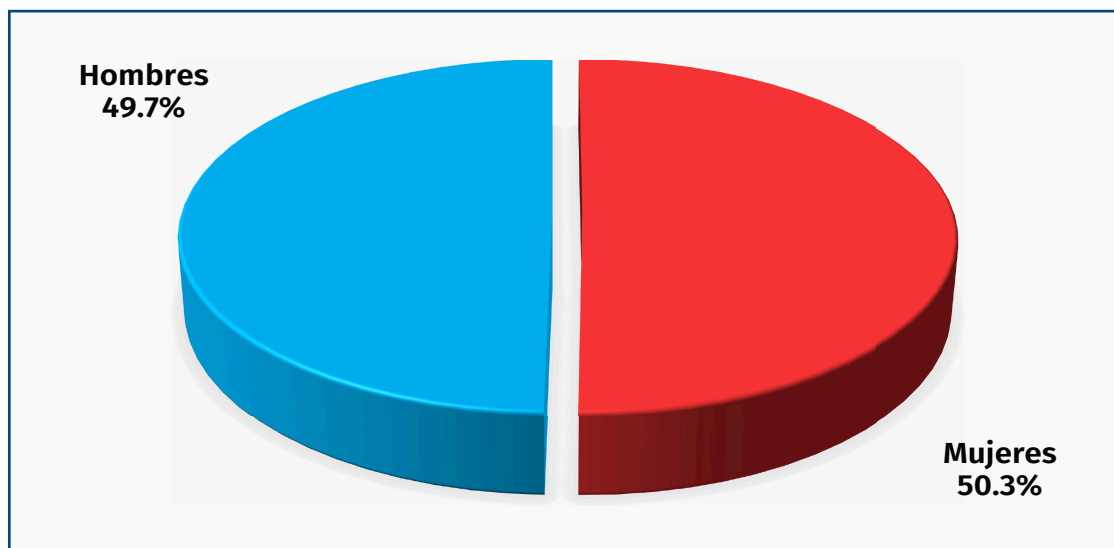


Figura 34. Sexo de los participantes en la muestra total. (Porcentajes).

La estructura por rango etario de la muestra de 1079 personas encuestadas se presenta en la figura 35. Como se puede notar, la mayoría relativa corresponde al rango de 36 a 45 años, mientras que la proporción de los demás rangos son muy similares, a excepción del de 66 años o más, que resultó ser un poco menor.

En relación con la ocupación principal, los empleados de empresas del sector privado representaron la mayor proporción relativa de los encuestados (casi el 21%), seguidos por quienes se dedican al trabajo doméstico y por los estudiantes (figura 36).

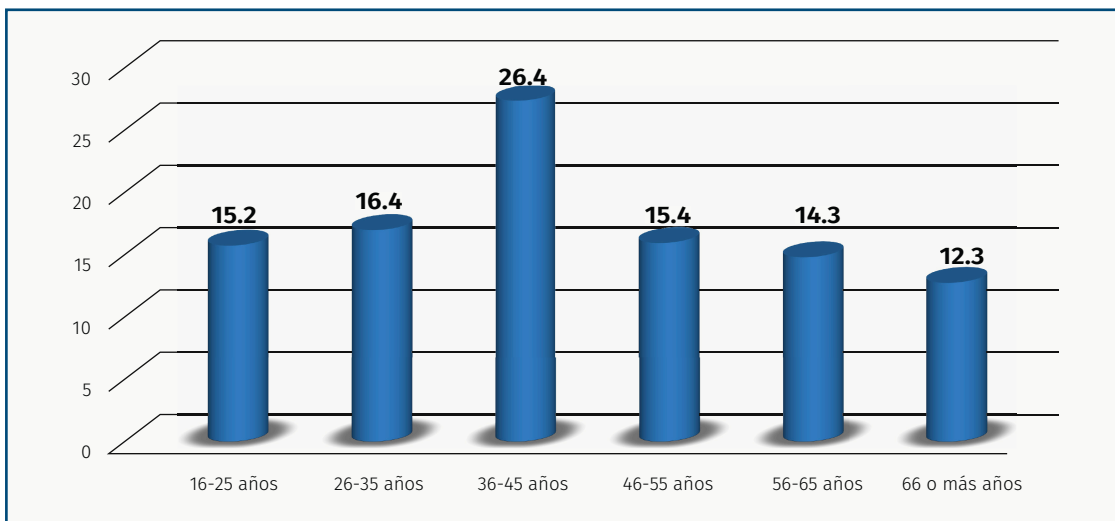


Figura 35. Edad de los participantes en la muestra total. (Porcentajes).

La figura 37 muestra las categorías de escolaridad de las personas encuestadas en las seis ciudades. Destaca que casi cuatro de cada diez manifestaron contar con estudios universitarios de licenciatura, completos o incompletos, proporción seguida por la de quienes estudiaron, de manera también completa o incompleta, el bachillerato.

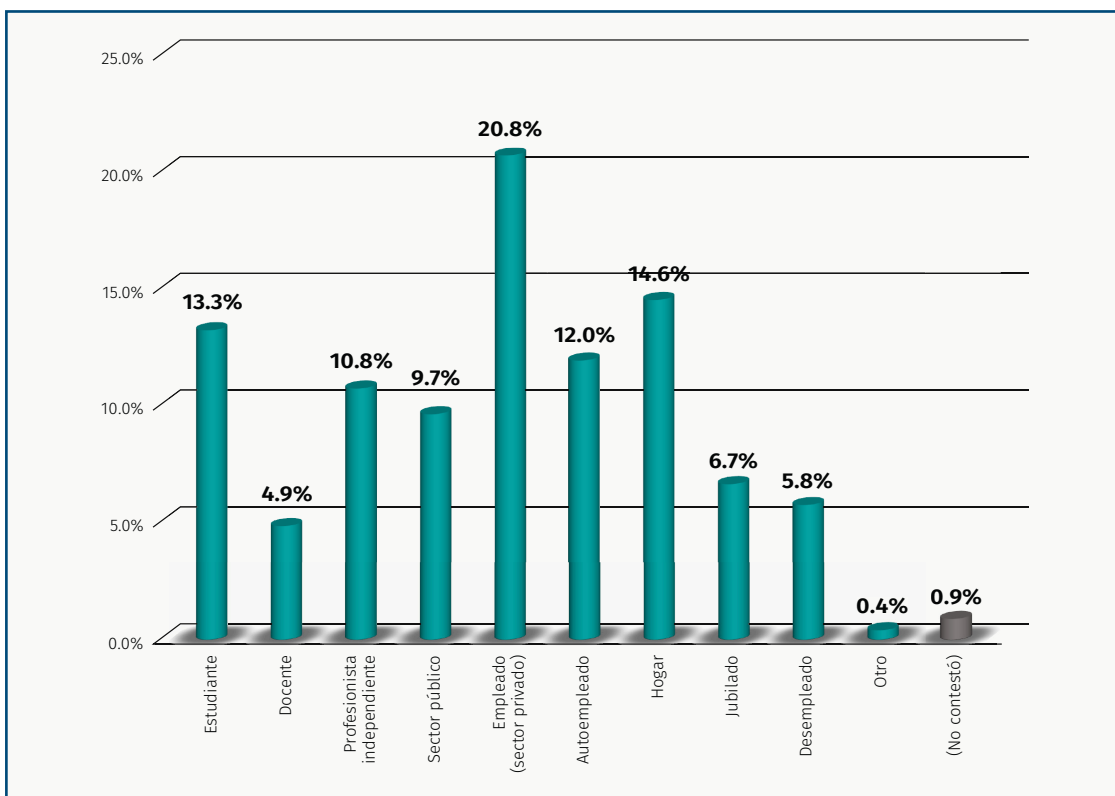


Figura 36. Ocupación principal de los participantes en la muestra total. (Porcentajes).

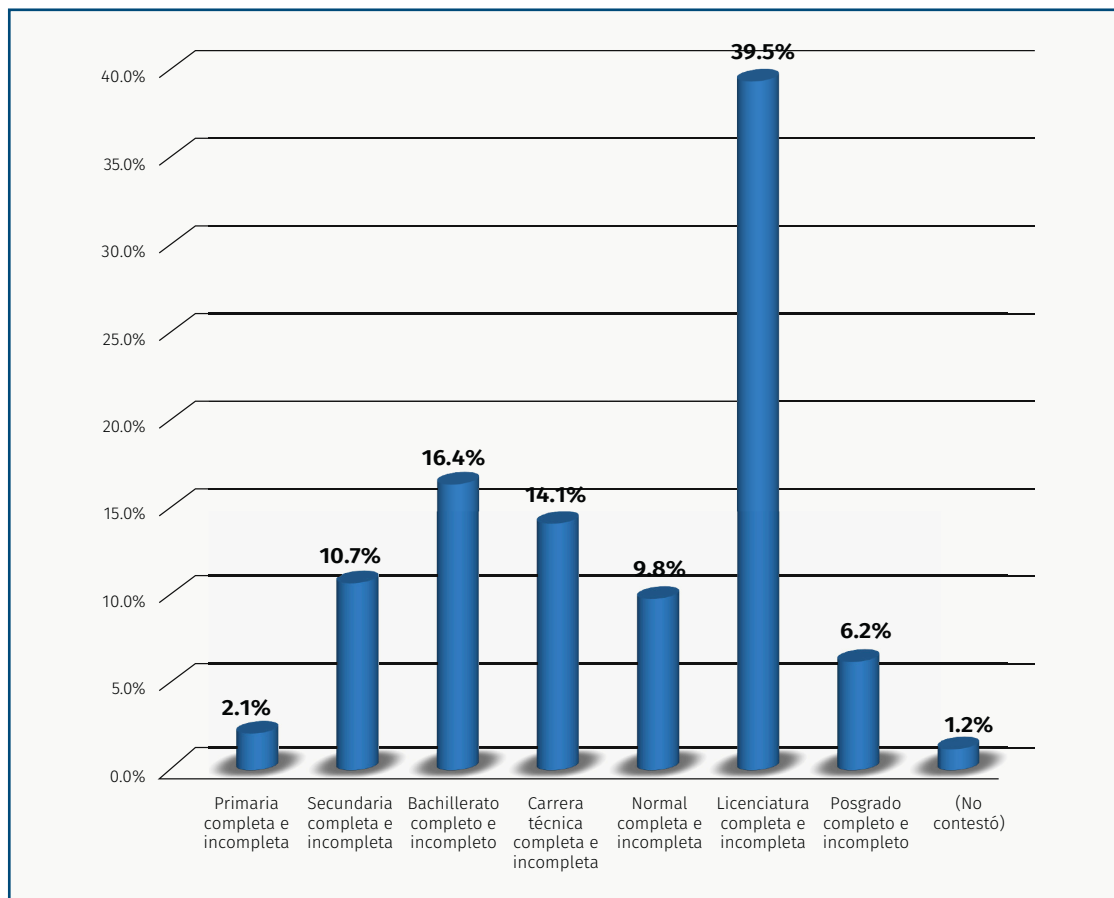


Figura 37. Escolaridad de los participantes en la muestra total. (Porcentajes).

Al segmentar aún más los datos relativos a la escolaridad máxima, se encontró que el 31% del total de encuestados manifestó haber concluido estudios terciarios; es decir, de normal (superior), licenciatura o posgrado, lo cual permite suponer que se trata, probablemente, de una muestra con un grado razonable de alfabetismo científico.

Hallazgos por tópico de interés: resultados directos de la encuesta presencial

Como se plantea en el capítulo 2, se definieron cuatro tópicos de interés a investigar, a partir de lo que opina la ciudadanía; a saber:

1. ¿Cuál es su imaginario de la ciencia?³¹ ¿Con qué ideas la asocian?
2. ¿Qué creen acerca del beneficio (o perjuicio) que la ciencia y la tecnología pueden tener en su vida personal o en la sociedad en su conjunto? (impactos).

³¹ Entendido como “las construcciones mentales que un individuo se ha fabricado y le han fabricado” (Riffo, 2016).

3. ¿Qué tanto les interesan los temas de ciencia y tecnología?

4. ¿Qué ciencia consideran que necesitan?

Tópico 1: Las preguntas 1 y 2 de la encuesta aplicada buscaron dar respuesta al primero de los tópicos planteados.

Pregunta 1. De las siguientes frases, ¿cuál es la que mejor expresa su idea de ciencia?

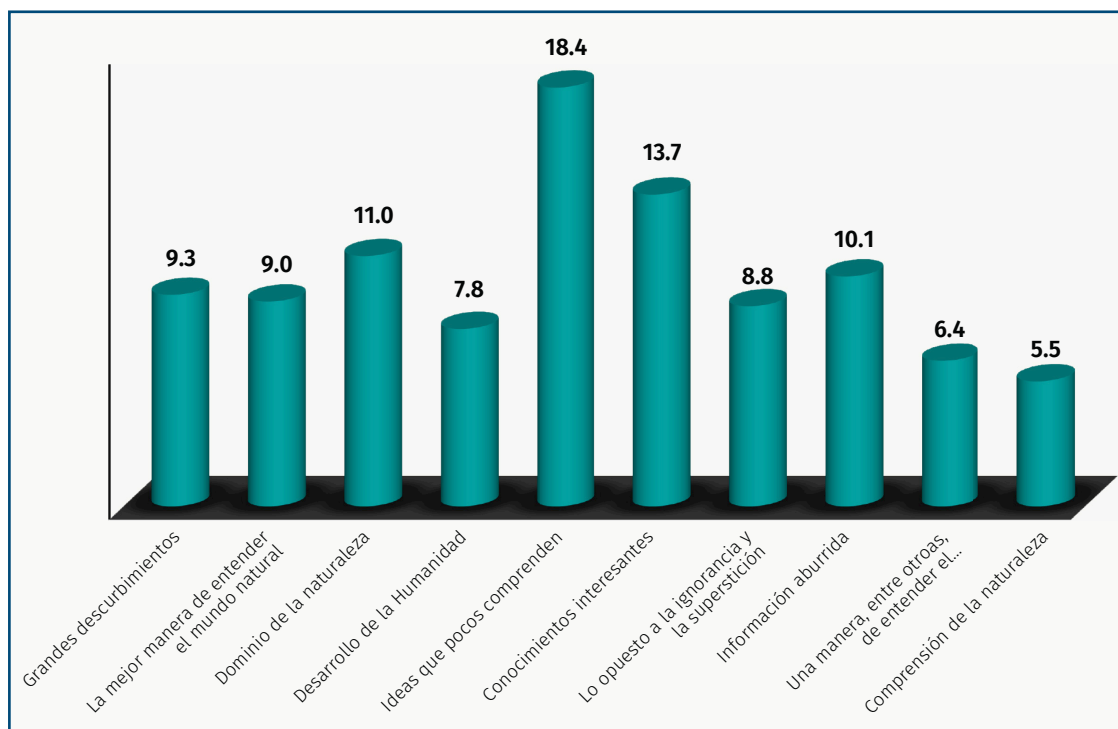


Figura 38. Idea predominante de ciencia. (Porcentajes).

La idea predominante de ciencia de los encuestados es, en términos relativos, la de “Ideas que pocos comprenden” (casi una de cada cinco personas eligió esta frase en su primera mención), seguida de “Conocimientos interesantes”, “Dominio de la naturaleza” e “Información aburrida”.

Estas, que son las respuestas más elegidas, revelan que hay visiones encontradas de la ciencia en el seno de la población urbana, pues manifiestan una ambivalencia en lo que la ciencia representa para las personas.

Pregunta 2. Indique cuáles de los siguientes términos asocia usted en mayor medida con la ciencia y la tecnología.

En la figura 39 se grafica en columnas de color verde los términos que el equipo investigador consideró pertinentes para una imagen positiva de la ciencia y la tecno-

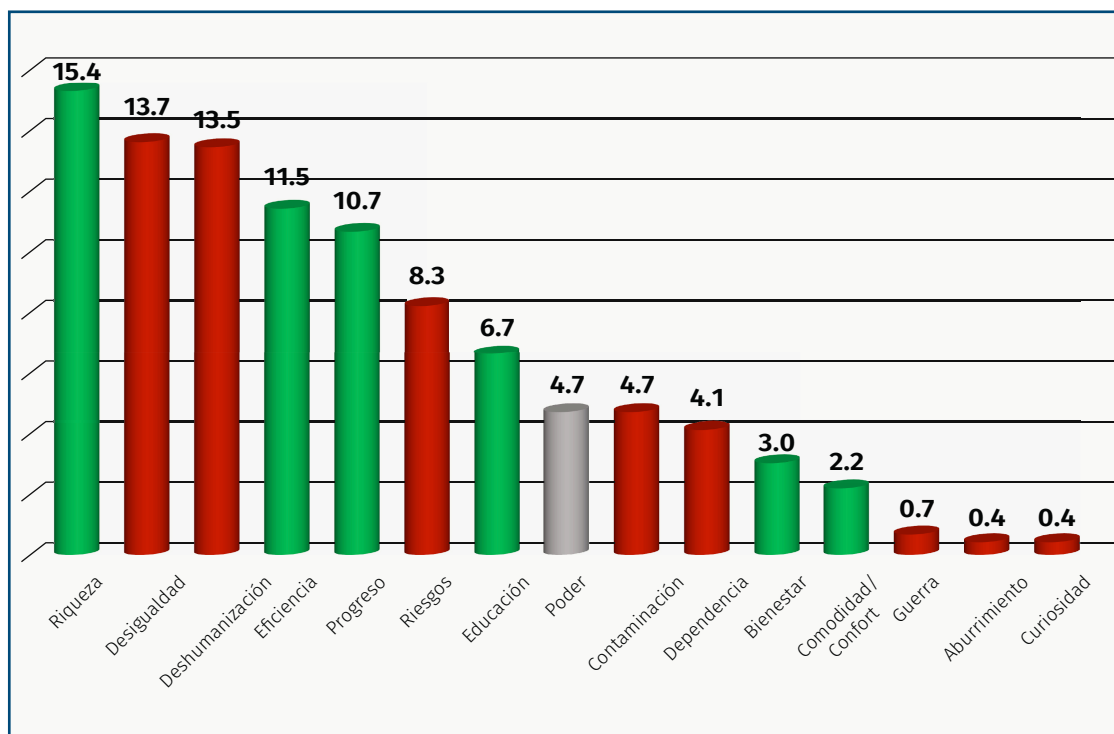


Figura 39. Términos que los encuestados asociaron con la ciencia y la tecnología (porcentaje de respuestas en primera opción).

logía, en color rojo los considerados negativos y en color gris un término que se podría considerar positivo o negativo, dependiendo del sentido que le otorgue el encuestado.

Los términos que reflejan una imagen positiva de la ciencia y la tecnología suman en conjunto el 49.9% del total de menciones, mientras que aquellos que denotan una imagen negativa equivalen al 45.4% (el restante 4.7% corresponde al término Poder, que no se contabiliza en estos dos porcentajes, ya que, como se mencionó, se puede considerar como positivo o como negativo).

Prevalece, en general, aunque por poco margen, una visión positiva de la ciencia y la tecnología; no obstante, cabe hacer notar que, entre los tres términos elegidos por la ciudadanía en mayor proporción en relación con la ciencia, que tienen connotaciones negativas, destacan “desigualdad” y “deshumanización”. Nuevamente, en general, se evidencia una percepción ambivalente de la ciencia.

Tópico 2: La pregunta 3 de la encuesta aplicada a los ciudadanos se derivó del segundo de los tópicos planteados en relación con ellos, y corresponde a la dimensión axiológica del modelo de Laspra, descrito en el capítulo 3.

Pregunta 3. En su opinión, ¿los beneficios que produce la ciencia son mayores, iguales o menores que sus riesgos y efectos desfavorables?

- Los beneficios de la ciencia son mayores que sus riesgos 22.6%
- Los beneficios y perjuicios de la ciencia están equilibrados 36.2%
- Los perjuicios de la ciencia son mayores que sus beneficios 33.2%
- No tengo una opinión formada sobre esta cuestión 8.0%

Como se puede ver en el gráfico de la figura 40, la mayor proporción relativa de encuestados en las seis ciudades (alrededor de una de cada cuatro personas) consideró que los beneficios y los perjuicios que genera la ciencia están equilibrados, pero quienes opinaron que las consecuencias indeseables de la ciencia son mayores que los beneficios que produce –aunque se beneficien con los productos tecnológicos de ella en su vida cotidiana– representan una proporción mayor que quienes opinaron lo contrario.

Esta imagen negativa de la ciencia, que tiene al menos una de cada tres personas de acuerdo con los resultados de la encuesta, puede, sin duda, actuar como una barrera que limite o desmotive el interés de una cantidad importante de la población mexicana por el conocimiento científico y por comprender el proceso de la ciencia. Más aún, puede tener efectos adversos sobre el aprendizaje de los temas de ciencias en la escuela, sobre la formación de las vocaciones de los estudiantes, sobre la facilidad con la que algunas personas aceptan noticias y datos sin evidencias sólidas y sobre el desarrollo de un pensamiento crítico en la población.

Por otra parte, casi una de cada diez personas manifestó no tener idea alguna respecto de la valoración (positiva o negativa) de los impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

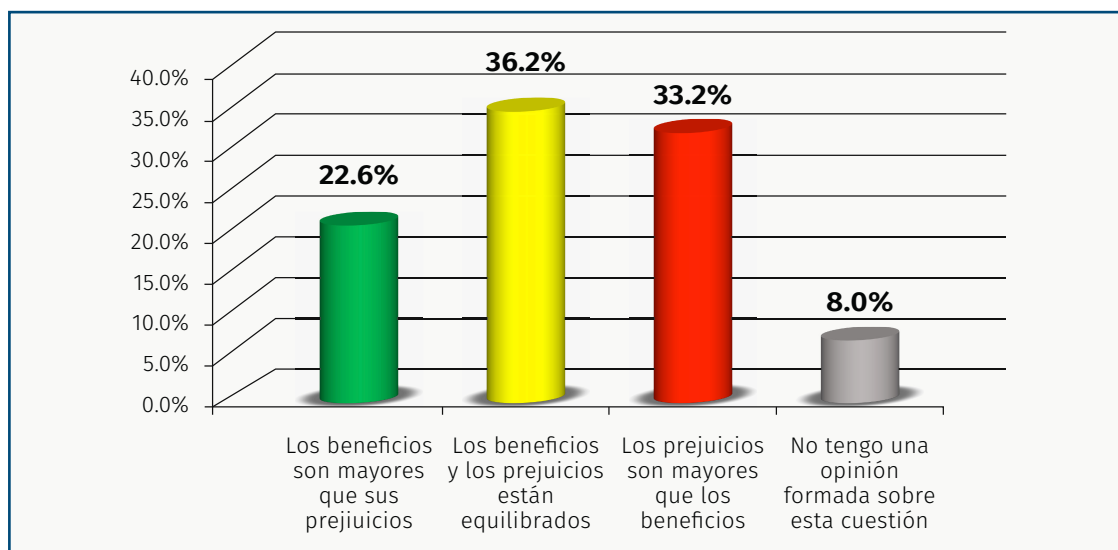


Figura 40. Opiniones sobre los beneficios y perjuicios relativos que produce la ciencia. (Porcentajes).

Tópico 3: Las preguntas 4 y 5 buscaron encontrar la respuesta al tercer tópic de interés con respecto a la ciudadanía: ¿Qué tanto les interesan los temas de ciencia y tecnología?

Pregunta 4. ¿Hasta qué punto le interesan a usted los siguientes temas?

Se plantearon cuatro opciones de respuesta, en una escala de tipo Likert, de las que el encuestado tenía que elegir una de ellas:

- 1 = Muy interesado
- 2 = Bastante interesado
- 3 = Poco interesado
- 4 = Nada interesado

La tabla 29 resume los resultados del procesamiento estadístico descriptivo de las respuestas obtenidas.

Tabla 29. Grado de interés de los encuestados sobre diversos temas

Grado de interés en tema:	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media		Desv. std. Estadístico
			Estadístico	Error std.	
Política	1	4	2.24	0.030	0.978
Medicina y salud	1	4	2.34	0.023	0.742
Religión y espiritualidad	1	4	2.35	0.036	1.194
Desarrollo personal o familiar	1	4	2.43	0.020	0.642
Medioambiente y ecología	1	4	2.44	0.023	0.761
Alimentación y nutrición	1	4	2.46	0.022	0.730
Desastres y fenómenos naturales	1	4	2.47	0.023	0.745
Economía y negocios	1	4	2.50	0.019	0.636
Asuntos policíacos y seguridad pública	1	4	2.51	0.025	0.823
Espectáculos y cine	1	4	2.51	0.021	0.701
Deportes	1	4	2.54	0.023	0.760
Temas de ciencia y tecnología	1	4	2.54	0.029	0.941
Asuntos de gente famosa/Sociales	1	4	2.63	0.021	0.695
Arte y cultura	1	4	2.64	0.022	0.734
Astrología y esoterismo	1	4	2.65	0.025	0.817

Un índice menor representado por la media, más cercano a 1, denota un mayor interés de los ciudadanos encuestados; un índice mayor, más cercano a 4, menor interés en el tema.

La muestra de encuestados manifestó tener, en general, un mayor interés en temas de política (posiblemente influidos por el muy reciente ambiente electoral en la fecha en que se realizó la encuesta, agosto de 2018). Las manifestaciones de menor interés se centraron en los temas de astrología y esoterismo.

En segundo sitio del *ranking* sobre interés general estuvieron los temas de medicina y salud, los cuales tradicionalmente han aparecido en otros estudios realizados sobre aquello que al ciudadano común le interesa mucho saber, como recibir información (DNIC, 2015; Patiño y Padilla, 2016; CGEE, 2017; FECYT, 2018). Parece que, en general, a las personas les interesa en mayor medida saber sobre aquellos temas que identifica como relacionados con su bienestar, como son los temas de salud, de desarrollo personal y familiar, y de alimentación y nutrición. Otros temas les pueden parecer más alejados de lo que les afecta. El interés manifestado en general por los temas de ciencia y tecnología fue intermedio en términos relativos, con un índice de 2.54, aunque con una desviación estándar relativamente alta (0.941), la segunda más alta en el conjunto después de la correspondiente a “Religión y espiritualidad”. No obstante que su índice se ubica prácticamente en la mitad entre 1 (muy interesado) y 4 (nada interesado), ordinalmente fue el antepenúltimo tema de los considerados de interés de la ciudadanía.

Al margen de este resultado, cabe destacar que, aunque en la encuesta se manejan como temas separados, porque así los ha considerado tradicionalmente el CONACYT en sus estudios de percepción pública de la ciencia, los temas planteados, “Medicina y salud”, “Medioambiente y ecología”, “Alimentación y nutrición”, y “Economía y negocios”, implican contenidos de ciencia y/o de tecnología.

El relativamente bajo interés de las personas por los temas de ciencia y tecnología —consistente con la visión prevaleciente sobre la ciencia revelada por los resultados de la pregunta 3— contrasta, sin embargo, con los resultados de otros estudios acerca del interés del público sobre los temas de ciencia; por ejemplo, en la Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT), realizada en el año 2013 por el INGEI y el CONACYT, el interés manifestado por los descubrimientos científicos y los desarrollos tecnológicos calificados como “muy grande” y “grande”, fue de alrededor del 42%, para ubicarse en segundo lugar sólo por debajo del tema sobre contaminación ambiental (CONACYT, 2014); por su parte, en la ENPECYT 2017, el 35.8% de los encuestados manifestó tener un interés muy grande y grande en nuevos inventos, descubrimientos y desarrollos tecnológicos (CONACYT, 2018). En este mismo sentido, en una investigación realizada en 19 municipios del estado de Hidalgo en 2016, el 57.7% de los encuestados manifestó estar muy interesado o interesado en los avances de la ciencia y la tecnología (Patiño y Padilla, 2016).

El 17.0% de los encuestados se mostró nada interesado en los temas de ciencia y tecnología (figura 41), y el 51.9% se manifestó poco o nada interesado en temas de ciencia y tecnología (figura 42); este es un porcentaje muy elevado, que es un síntoma de

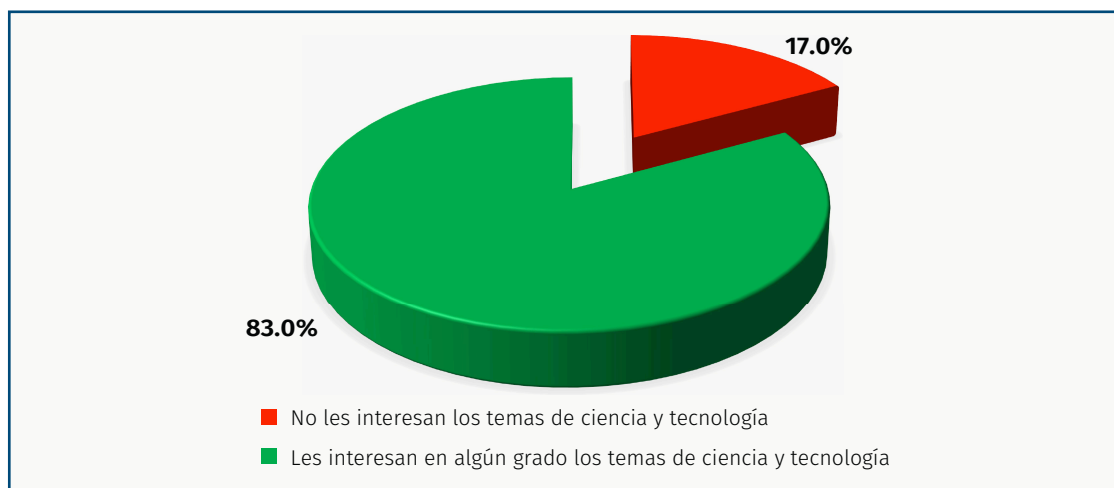


Figura 41. Interés y desinterés absoluto en temas de ciencia y tecnología. (Porcentajes).



Figura 42. Proporciones según interés y desinterés. (Porcentajes).

la débil cultura científica de la población, en general, muy probablemente producto inicialmente de poco estímulo de la familia y de la escuela.

Pregunta 5. (Para quienes se declararon poco o nada interesados en temas de ciencia): Usted se declaró poco o nada interesado en temas de ciencia y tecnología, ¿por qué?

Como lo revela la figura 42, esta submuestra estuvo constituida por el 51.9% del total de encuestados; es decir, poco más de la mitad de ellos. La proporción de encuestados según las razones opcionales que eligieron para contestar la pregunta se muestra en la tabla 30.

Como lo muestran la tabla 30 y la figura 43, la causa de la falta de interés que más adujeron quienes contestaron esta pregunta, fue la de no entender los temas de ciencia y tecnología, seguida por la de falta de tiempo. De cualquier manera, habría que

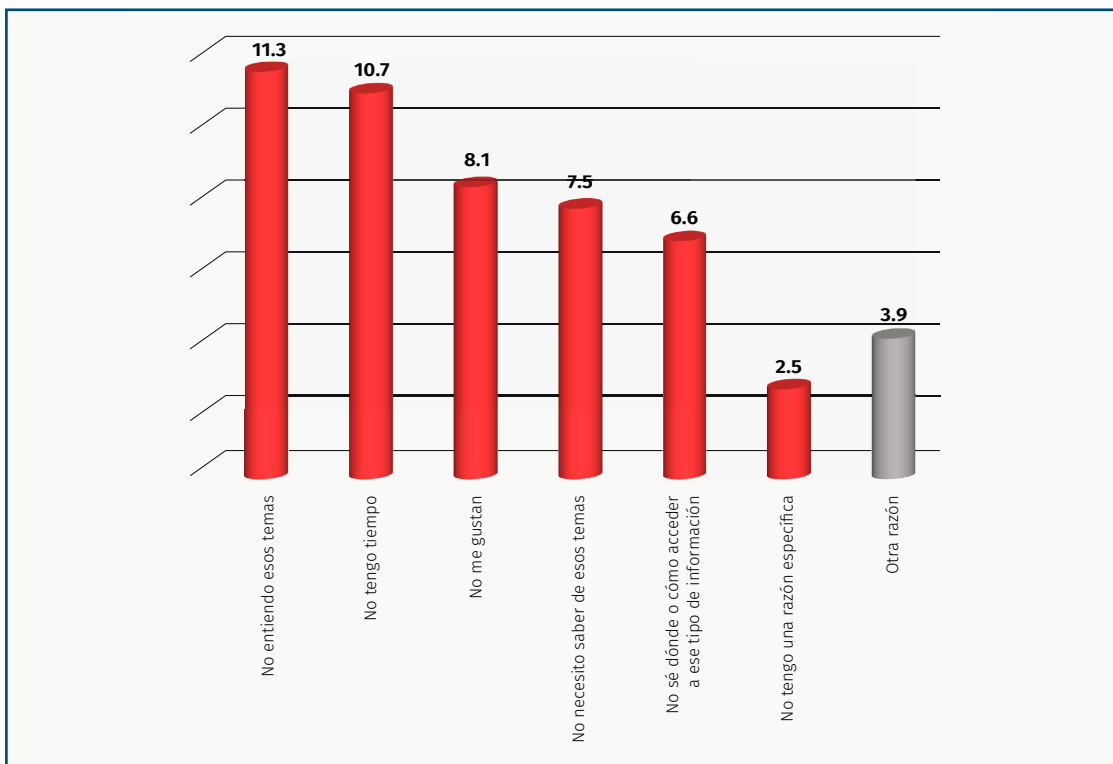


Figura 43. Razones aducidas por la falta de interés en temas de ciencia y tecnología. (Porcentajes).

Tabla 30. Razones de la falta de interés en temas de ciencia y tecnología. (Porcentajes)

Respuesta	% del total de encuestados	% en la sub-muestra de 51.9%
No entiendo esos temas	11.3	21.9
No tengo tiempo	10.7	20.6
No me gustan	8.1	15.6
No necesito saber de esos temas	7.5	14.5
No sé cómo o dónde acceder a ese tipo de información	6.6	12.7
No tengo una razón específica	2.5	4.8
Otra razón (especificada por los respondientes) ³²	3.9	7.7
Va en contra de mis principios	1.9	3.8
No estoy de acuerdo con esos temas	0.8	1.6
No sé por qué	1.2	2.3
No contestó	1.0	2.0

³² Agrupadas por criterios de afinidad.

considerar con reservas si las razones verdaderas han sido o no enmascaradas con el argumento de falta de tiempo; o bien, si las personas no dedican tiempo a ello porque no les gusta el tema, porque no lo entienden o por cualquier otro motivo.

Cabe hacer notar que la respuesta con más baja proporción correspondió a la opción de no saber dónde o cómo acceder a información sobre temas de ciencia y tecnología, lo cual muestra que, en general, las personas no consideran que la información sobre la ciencia y la tecnología sea accesible para ellas.

Tópico 4: La pregunta 6 de la encuesta se enfocó en el cuarto y último de los tópicos planteados: “¿Qué “ciencia” consideran [las personas encuestadas] que necesitan?”

Pregunta 6. ¿Sobre cuáles temas de ciencia necesita saber para vivir mejor?

Ante esta pregunta se solicitó a cada una de las personas encuestadas que mencionara los tres temas principales, o bien que eligiera la respuesta “No necesito saber nada de ciencia” si ella representaba mejor su opinión.

Resultó ser muy elevada la proporción de quienes manifestaron no necesitar saber nada de ciencia para vivir mejor, o que optaron por no contestar la pregunta: cuatro de cada diez personas. Nuevamente, este es un indicio de la débil cultura científica prevaleciente y, sobre todo, de la escasa relación que tiene la ciencia con el bienestar personal en el imaginario popular; pareciera que en la percepción de una proporción importante de la población la ciencia no tiene mucho efecto en su vida (figura 44).

En el subconjunto de quienes contestaron uno o varios temas en primera, segunda o tercera mención, las respuestas fueron clasificadas usando la técnica de grupos de afinidad. Cabe mencionar que algunos de los temas expuestos por los encuestados no son de ciencia o tecnología.

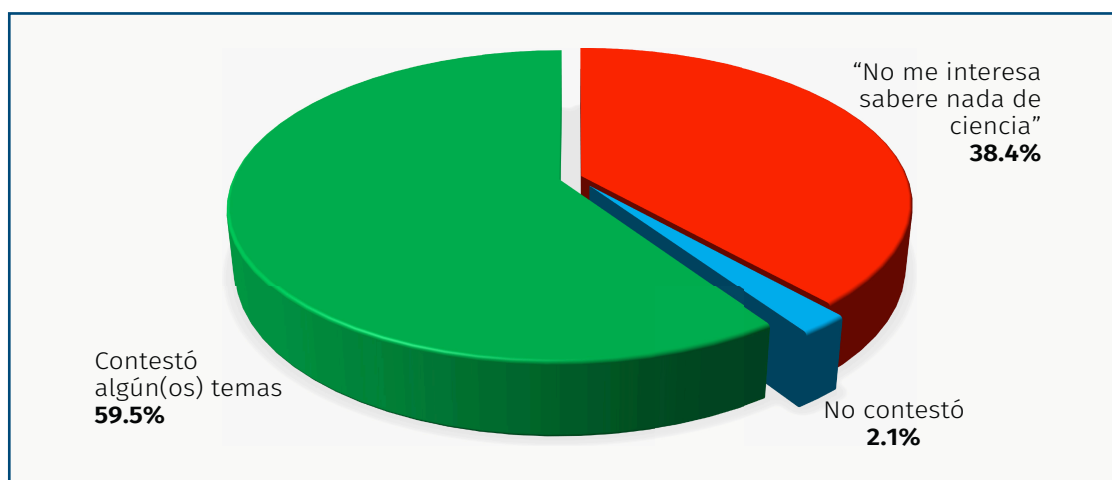


Figura 44. Proporción de encuestados según la respuesta a la pregunta 6. (Porcentajes).

Entre quienes optaron por anotar temas de su preferencia predomina un enfoque utilitario, centrado en lo que la gente en general entiende por tecnología (figura 45): productos, aparatos, dispositivos o recursos que requieren usar en su vida cotidiana. No es raro entonces que, en varias ciudades, las llamadas “plazas de la tecnología” sean sitios donde se mercadean computadoras, celulares, tabletas, televisores, cámaras fotográficas y dispositivos relacionados con este tipo de artículos utilitarios, como si en ellos estuviera la esencia de la tecnología.

La preocupación por saber acerca del medioambiente (cambio climático, contaminación, deterioro ambiental, etc.) ocupa el segundo sitio, lo cual resulta hasta cierto punto consistente con los resultados de las respuestas dadas a la pregunta 4 (cfr. tabla 29).

Quienes contestaron en mayor proporción que no requieren saber de ciencia fueron los estudiantes (47.2%), seguidos por el segmento de jubilados (44.4%), y el 41.5% de los docentes contestó de la misma manera. Estos resultados, particularmente en el caso de estudiantes y de docentes, son preocupantes, pues reflejan cierto desinterés y desapego por el conocimiento científico, o bien dificultad o apatía por definir un área temática que pudieran necesitar para vivir mejor.

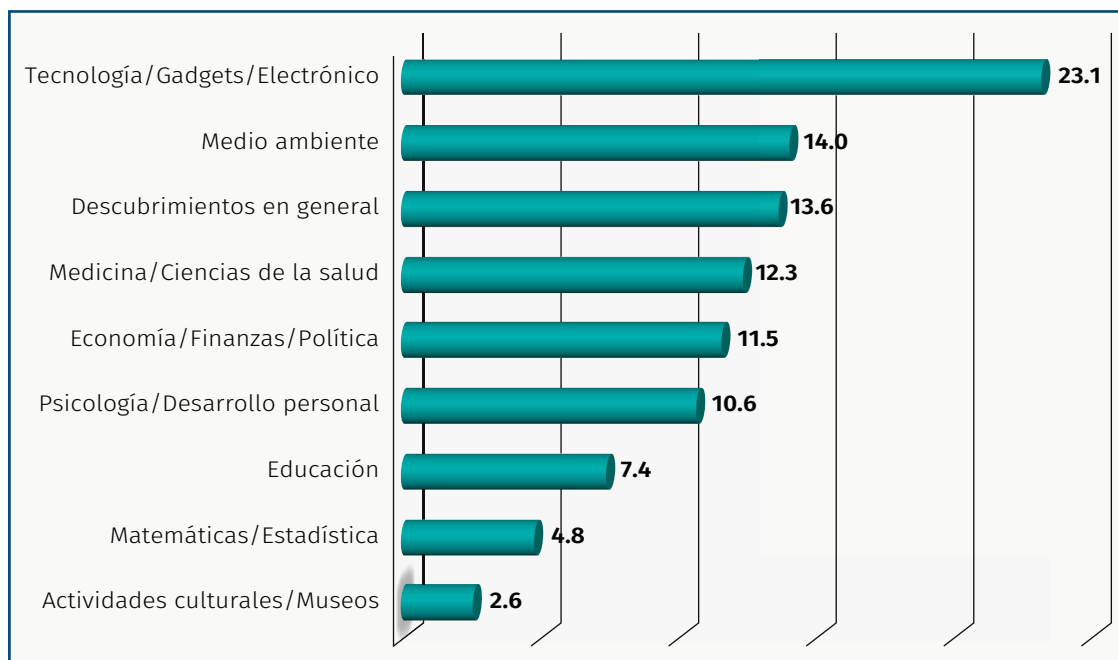


Figura 45. Temas que los encuestados manifestaron requerir para vivir mejor. (Porcentajes del total de menciones).

Capítulo 7.

Viendo más allá del horizonte: un análisis integrado de los hallazgos

Modelo de análisis

Si bien el análisis descriptivo respondió de manera directa, a través de la estadística descriptiva, a los distintos tópicos de los dos subproyectos que componen la investigación, se decidió realizar un análisis de los hallazgos en el marco de un modelo inspirado en las dimensiones de la cultura científica propuesto por Laspra (2016); es decir, integrando las definiciones operacionales pertinentes definidas para la investigación, las cuales quedaron asentadas en el marco conceptual (ver capítulo 3). De acuerdo con este modelo se organizaron los resultados que arrojó el análisis descriptivo de gran parte de las preguntas de las encuestas aplicadas, tanto a los actores del sector ciencia, tecnología y educación (divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales) como a la ciudadanía encuestada. El modelo de análisis se representa en la figura 46.

Como punto de partida del abordaje analítico que busca aportar a lo anterior, se reconocen dos premisas iniciales del estudio, inmersas en los instrumentos con los que fueron elaborados los datos de opinión de los diversos tipos de actor; por una parte, la distinción de dos ámbitos relacionados entre sí: el de la divulgación de la

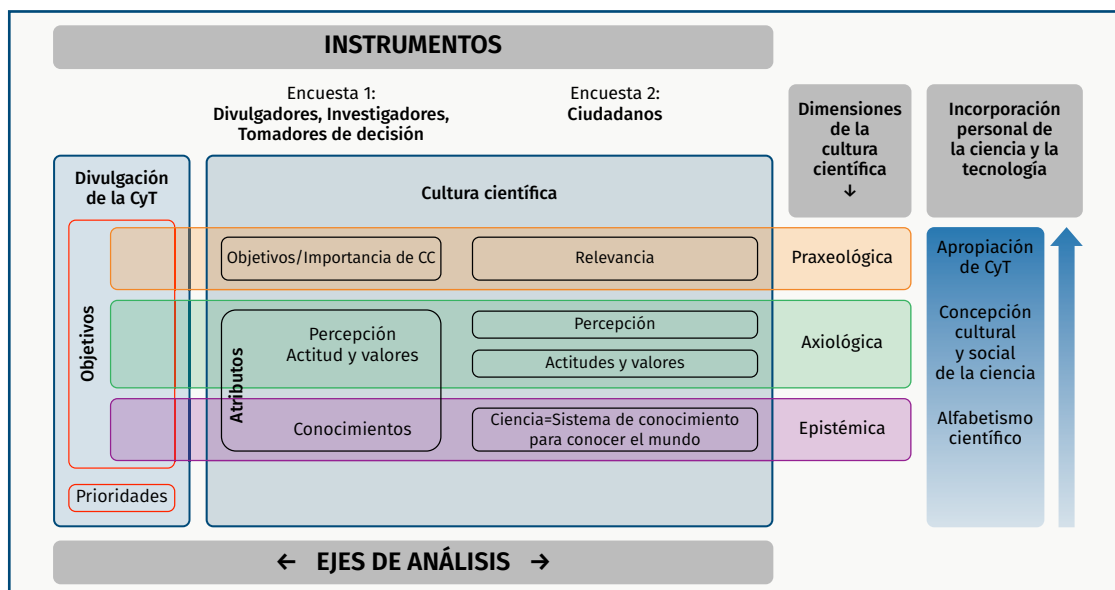


Figura 46. Modelo de análisis de los resultados.

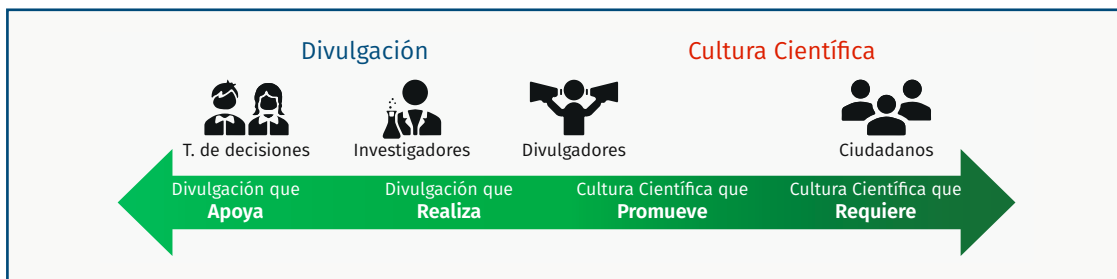


Figura 47. Esquema del fenómeno de estudio.

ciencia y la cultura científica, y el de la incidencia de distintos actores sociales en los diferentes momentos de esta relación (figura 47).

Se determinaron dos ejes de análisis:

- La cultura científica, sobre la cual directa e indirectamente se indagaron varios aspectos, tanto en la encuesta que contestaron los actores del sector ciencia, tecnología y educación, como en la aplicada a los ciudadanos.
- La divulgación de la ciencia como un quehacer que incide en la cultura científica de la población a la cual dirige sus esfuerzos (indagado sólo en la encuesta de los actores del sector ciencia, tecnología y educación).

Para el análisis de las dimensiones de la cultura científica se consideraron las propuestas de Laspra (2016), que entiende a la cultura científica como “un fenómeno y un proceso multidimensional de apropiación de la ciencia que involucra los contenidos científicos y metacientíficos, las actitudes hacia la ciencia y la disposición a la acción”. Con base en esta concepción identifica tres dimensiones de la cultura científica:

- la epistémica (elementos cognitivos),
- la axiológica (aspectos actitudinales y valorativos), y
- la praxeológica (elementos comportamentales, de apropiación y de participación).

Si bien estas tres dimensiones son propias de la cultura científica, se consideraron también en el eje de la divulgación de la ciencia, en reconocimiento de que la amplia oferta de distintas estrategias de divulgación tienen objetivos de incidencia específicos, que buscan ampliar conocimientos o formas de representación del mundo basadas en conocimientos científicos y técnicos, cambiar actitudes y/o modificar prácticas de vida.

Con este modelo se realizaron segmentaciones que se consideraron relevantes en términos de públicos receptores de acciones de divulgación de la ciencia, ya sea porque son públicos típicos de muchas actividades de divulgación (como los estudiantes y los docentes en los centros y museos interactivo de ciencias), o bien porque fueron definidos como públicos potenciales de interés con base en las distintas experiencias prácticas de más de

dos décadas como divulgadores en que participaron varios de los miembros del equipo de investigación. Los segmentos analizados con base en el modelo fueron los siguientes:

Actores del sector ciencia, tecnología y educación (CTE):

- Divulgadores.
- Investigadores.
- Tomadores de decisión.

Ciudadanía:

- Por ocupación o actividad principal:
 - Estudiantes.
 - Docentes.
 - Empleados, profesionistas independientes y autoempleados (EMPIA).
 - Personas dedicadas a labores del hogar.³³
- Por rango etario:
 - Jóvenes y adultos jóvenes (16-25 y 26-35 años).
 - Adultos maduros (36-45 y 46-55 años).
 - Adultos mayores y tercera edad (56-65 y 66 años o más).
- Por grupos integrados de niveles de escolaridad:
 - Secundaria completa y niveles inferiores (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta y secundaria completa).
 - Bachillerato y carrera técnica (completos e incompletos).
 - Licenciatura y normal (completas e incompletas).
 - Posgrado (completo e incompleto).

El modelo de análisis se concretó en el acomodo de los resultados descriptivos en las siguientes tablas del sector ciencia, tecnología y educación, así como de ciudadanos.

³³ De ellas, el 8% son hombres y el resto mujeres.

Tabla 31. Análisis de resultados de la encuesta del sector ciencia, tecnología y educación: **cultura científica**

Importancia		
<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>
P3. ¿El ciudadano común necesita ser “científicamente culto” para entender el mundo actual y funcionar adecuadamente en la sociedad contemporánea?		
a) Totalmente de acuerdo.	b) Parcialmente de acuerdo. c) Parcialmente en desacuerdo.	d) Totalmente en desacuerdo.
P9. ¿Necesita la sociedad ciudadanos científicamente cultos?		
a) Sí.		b) No, basta con que los científicos lo sean.
P8. ¿Es importante que la gente entienda la forma en que trabajan los científicos?		
a) Sí, es indispensable.	b) Sí, sería deseable.	c) No es importante. d) Es irrelevante.
Atributos		
<i>Dimensión Epistémica</i>	<i>Dimensión Axiológica</i>	<i>Dimensión Praxeológica</i>
P1. ¿Cuáles atributos considera usted que requiere tener una persona para ser considerada “científicamente culta”?		
a) Poseer conocimientos científicos básicos de varias disciplinas. c) Comprender cómo procede la ciencia para producir conocimientos. e) Distinguir claramente entre ciencia y otro tipo de conocimientos y creencias.	b) Comprender el papel y las implicaciones de la ciencia en la sociedad.	d) Aplicar conocimientos científicos para tomar decisiones y resolver problemas a niveles personal y social.
Conocimientos		
<i>Universal</i>	<i>Contextual</i>	
P6. ¿Debe ser universal este conjunto, o debe variar de acuerdo con los contextos de vida de la gente (por ejemplo, urbano-rural)?		
a) Debe ser universal.	b) Debe ser al menos en parte distinto, dependiendo del contexto.	

Tabla 32. Análisis de resultados de la encuesta aplicada al sector ciencia, tecnología y educación con respecto a la **divulgación de la ciencia**

Objetivo		
P2. La labor de la divulgación de la ciencia consiste fundamentalmente en:		
a) Dar a conocer a la población los avances de la ciencia generados por los investigadores. b) Complementar los conocimientos científicos que los estudiantes adquieren en las escuelas. f) Combatir las pseudociencias y supersticiones.	d) Estimular las vocaciones hacia las ciencias. e) Promover el apoyo social a la ciencia.	c) Promover la cultura científica de la población.
Apoyo		
<i>Enfoque de alfabetización</i>	<i>Enfoque de entendimiento público de la ciencia</i>	<i>Enfoque de participación (ciencia y sociedad)</i>
P10. ¿Debe haber prioridades en cuanto a qué divulgar, en términos de apoyos y asignación de recursos institucionales?		
No, toda divulgación de la ciencia debe ser apoyada.	b) Sí, principalmente sobre aquellos temas de interés de cada institución. d) Sí, prioritariamente lo que tenga que ver con los grandes problemas nacionales.	c) Sí, prioritariamente lo que específicamente la población destinataria demande o necesite.

Tabla 33. Análisis de resultados de la encuesta aplicada a **ciudadanos**

Dimensión Epistémica		
<i>Ciencia como sistema de conocimiento para la comprensión del mundo</i>		
<i>Positiva/Favorable</i>	<i>Neutral/Equilibrada</i>	<i>Negativa/Desfavorable</i>
P1. De las siguientes frases, ¿cuál es la que mejor expresa su idea de “ciencia”?		
b) La mejor manera de entender el mundo natural y social. g) Lo opuesto a la ignorancia y la superstición.	j) Una manera, entre otras, de comprender el mundo. k) Comprensión de la naturaleza.	e) Ideas que pocos comprenden.
P2. Indique cuáles de los siguientes términos asocia usted en mayor medida con la ciencia y la tecnología:		
g) Educación.		
Dimensión Axiológica		
<i>Actitudes³⁵ y representaciones en relación con la ciencia y la tecnología</i>		
<i>Positiva/Favorable</i>	<i>Neutral/Equilibrada</i>	<i>Negativa/Desfavorable</i>
P1. De las siguientes frases, ¿cuál es la que mejor expresa su idea de “ciencia”?		
a) Grandes descubrimientos. f) Conocimientos interesantes.		i) Información aburrida.
P2. Indique cuáles de los siguientes términos asocia usted en mayor medida con la ciencia y la tecnología		
a) Progreso. c) Riqueza. e) Eficiencia. l) Comodidad/confort. j) Bienestar. n) Curiosidad.		d) Desigualdad. f) Riesgos. i) Dependencia. k) Contaminación. m) Guerra. b) Deshumanización. ñ) Aburrimiento.
Percepción³⁶ sobre los impactos de la Ciencia y la Tecnología		
<i>Positiva/Favorable</i>	<i>Neutral/Equilibrada</i>	<i>Negativa/Desfavorable</i>
P3. En su opinión, ¿en general los beneficios que produce la ciencia son mayores, iguales o menores que sus riesgos y efectos desfavorables?		
a) Los beneficios de la ciencia son mayores que sus perjuicios.	b) Los beneficios y los perjuicios de la ciencia están equilibrados.	c) Los perjuicios de la ciencia son mayores que los beneficios.
Interés en temas de ciencia y tecnología		
<i>Positiva/Favorable</i>	<i>Neutral/Equilibrada</i>	<i>Negativa/Desfavorable</i>
P4. ¿Hasta qué punto le interesan a usted los siguientes temas? a) Alimentación y nutrición. b) Temas de ciencia y tecnología. g) Medicina y salud. i) Medioambiente y ecología. e) Economía. h) Desarrollo personal y psicología.		
a) Muy interesado. b) Bastante interesado.	c) Poco interesado.	d) Nada interesado.

(Continúa...)

Tabla 33. Análisis de resultados de la encuesta aplicada a ciudadanos.
(Concluye).

Dimensión Praxeológica		
<i>Relevancia atribuida a la ciencia para sí mismo</i>		
<i>Positiva/Favorable</i>	<i>Neutral/Equilibrada</i>	<i>Negativa/Desfavorable</i>
P5. Usted se declaró poco o nada interesado en temas de ciencia y tecnología, ¿por qué?		
		e) No necesito saber de esos temas.
P6. ¿Sobre cuáles temas de ciencia necesita saber para vivir mejor?		
a) Necesito saber sobre: Docencia. Economía/Financiero/ Política/Negocios. Psicología/Desarrollo Personal. Descubrimientos en general. Estadística. Medicina/Ciencias de la salud. Medioambiente. Tecnología/Gadgets/ Electrónicos.		

³⁵ Como se comenta en el Marco conceptual, la actitud representa el componente evaluativo de las representaciones (Eagly & Chaiken, 1993). Las actitudes actúan como elementos primarios en la estructuración de discursos sobre objetos y eventos de controversia pública, y proporcionan una dimensión evaluativa a partir de la cual se incorporan datos a los sistemas de creencias, los pondera y le dan significación al sistema representacional (Parales y Vizcaíno, 2007).

³⁶ La percepción está determinada por necesidades, valores sociales, aprendizajes y, en general, por las características permanentes y temporales de la persona, objeto o fenómeno en cuestión (Morales et al., 1999). La percepción de una persona o de algún fenómeno depende del reconocimiento de emociones, a partir de las reacciones de las personas; también se forman las impresiones a partir de la unión de diversos elementos informativos que se recolectan en los primeros instantes de interacción, y en tercer lugar por atribuciones causales o búsqueda de alguna causa que explique la conducta y los hechos (Moya, 1999). Para Asch (1946), las impresiones tienen una estructura, hay cualidades centrales y otras periféricas. La introducción u omisión de un único rasgo alteraría la impresión global.

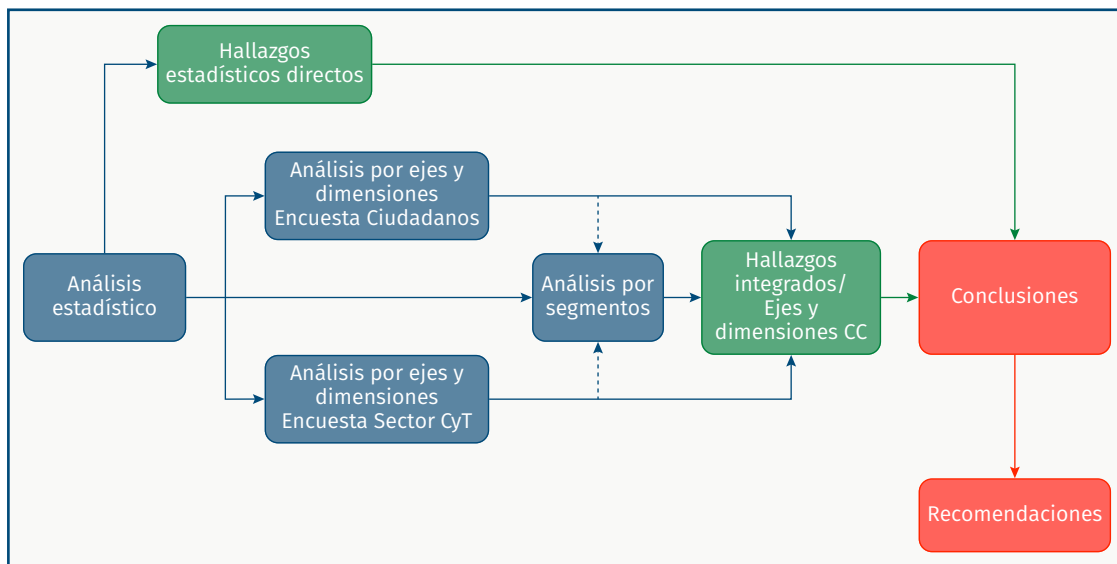


Figura 48. Proceso de análisis integrado.

El proceso de análisis integrado se ilustra en la gráfica de la figura 48.

Una vez que se tuvo el análisis de los resultados integrados de todas las personas encuestadas, se procedió al análisis de los segmentos previamente definidos, y con base en ambos insumos de información —los resultados integrados y el análisis de resultados de los segmentos elegidos—, se procedió a identificar y elaborar los hallazgos, que se clasificaron por ejes y dimensiones de la cultura científica. Esto se detalla en la siguiente sección.

Hallazgos por ejes y dimensiones de la cultura científica³⁷

Eje Cultura científica

Cultura científica según los actores del sector de ciencia, tecnología y educación (CTE):

Los actores del sector CTE tienen una visión bastante homogénea acerca de los atributos que conforman la cultura científica de los ciudadanos. Esta visión mayormente compartida, si bien denota un equilibrio entre las dimensiones epistémica (conocimientos), axiológica (actitudes y valores) y praxeológica (apropiación para la vida cotidiana y la acción), otorga un peso mayor a los aspectos axiológicos (39.6% de menciones), seguida de los praxeológicos (32.0%) y en último lugar los epistémicos (28.4%).

³⁷ Algunos porcentajes referidos en las siguientes secciones no coinciden con los correspondientes de las estadísticas contenidas en los capítulos 5 y 6, por dos razones: a) los de estas secciones se obtuvieron del análisis de los resultados de la investigación, clasificados por dimensiones de la cultura científica en la tabla 31, y b) porque los resultados estadísticos de aquellos capítulos son del corpus completo de actores del sector CTE y de la muestra total de ciudadanos, mientras que en las siguientes secciones se presentan hallazgos por segmento de esos conjuntos.

Si bien la visión respecto del peso de las dimensiones de la cultura científica que resulta de las opiniones de los tres segmentos de actores CTE es bastante homogénea, revela una ligera diferencia: los investigadores dieron un peso ligeramente mayor a los aspectos epistémicos con respecto a los promedios generales. Los divulgadores y los tomadores de decisiones mantuvieron proporciones prácticamente iguales, muy similares a las proporciones generales.

Dimensión epistémica

Los conocimientos como parte de la cultura científica de la población

- Los distintos tipos de actor del sector CTE mostraron un alto nivel de coincidencia en cuanto a los contenidos de la dimensión epistémica de la cultura científica, referida en los temas que consideran que los ciudadanos necesitan saber: coinciden en siete de los 10 temas mencionados como principales. Concuerdan, también, en dar relevancia a los temas de salud y medioambiente, a los cuales colocan en los primeros dos lugares; asimismo, coinciden en considerar necesaria la información relacionada con el desarrollo sustentable, el cambio climático, la nutrición y la energía, aunque difieren en la importancia relativa que dan a estos temas.

Las divergencias se presentan, por una parte, en temas relacionados con ciencias básicas, ya que entre los principales temas de su catálogo los investigadores incluyen evolución, física y matemáticas (aunque estas son disciplinas, más que grandes temas). Por su parte, los tomadores de decisiones mencionaron en mayor proporción los temas de biología y de física. Por su parte, los divulgadores consideraron más relevantes los temas de evolución y de matemáticas.

Otra diferencia es la inclusión de temas relacionados con ciencias sociales, colocados únicamente por los tomadores de decisiones entre las 10 primeras posiciones: economía y sociología (ambos mencionados por el 17% de los encuestados); también sólo ellos incluyeron al método científico en este listado (9%). Por su parte, los divulgadores fueron los únicos en mencionar temas de tecnología (15%)

- Por abrumadora mayoría (arriba del 93% en todos los subgrupos), los actores del sector CTE consideran que el ciudadano común debería conocer un conjunto específico de hechos o conceptos de ciencia y tecnología. También todos los tipos de actor de este sector muestran una notable propensión (arriba de 58%) a flexibilizar el catálogo de hechos o conceptos de ciencia y tecnología que consideran necesario que la ciudadanía comprenda, según el contexto de vida en el que se encuentre. El grupo que se muestra más inclinado hacia un abordaje contextual de los contenidos es el de los divulgadores (casi 69%).
- Entre quienes consideran necesario que el ciudadano común conozca un catálogo básico de hechos o conceptos de ciencia y tecnología, actores de distinto tipo muestran un bajo consenso acerca de cuáles deberían ser esos conceptos; es tal

la dispersión de los conceptos mencionados, que ninguno de los subgrupos del sector propuso alguno con más del 12% de los participantes.

- Los conceptos que fueron mencionados por los tres tipos de actor del sector CTE con mayor frecuencia fueron los de evolución y cambio climático. Otros conceptos mencionados por todos ellos, con distintas frecuencias relativas, son los de sustentabilidad, y de tecnologías de la información y la comunicación.

Más allá de estos temas, ningún otro de los conceptos restantes fue mencionado por más del 5% de los encuestados de cada tipo de participante en el corpus. El grupo con mayor dispersión de opiniones fue el de los investigadores, conformado por 262 personas, quienes en conjunto mencionaron hasta 242 conceptos diferentes.

La ciencia como sistema de conocimiento, desde la perspectiva de los ciudadanos

Varias de las respuestas opcionales planteadas a la pregunta 1 de la encuesta presencial a ciudadanos —relativa a la frase que a juicio de ellos mejor expresa su idea de la ciencia— implican una visión de ella como sistema de conocimiento. Esas respuestas son las siguientes:

- ✓ La mejor manera de entender el mundo natural y social
- ✓ Lo opuesto a la ignorancia y la superstición
- Una manera, entre otras, de comprender el mundo
- Comprensión de la naturaleza
- ✗ Ideas que pocos comprenden

Las dos primeras frases denotan claramente una visión positiva de la ciencia, las dos siguientes son también favorables, pero no privativas de la ciencia, y la última, aunque califica a la ciencia como un sistema de ideas, contiene en forma implícita una connotación claramente negativa. Solamente poco más de la cuarta parte de la ciudadanía eligió las frases que denotan una idea marcadamente positiva.

La frase que más se asoció con la ciencia fue la de “ideas que pocos comprenden”, la cual obtuvo poco más de la mitad de las elecciones realizadas por las personas encuestadas (55%). En la segunda pregunta del cuestionario una muy pequeña proporción de ellos asoció ciencia con educación (7%).

Así, poco más de la mitad de los ciudadanos no considera a la ciencia como un sistema de conocimientos del mundo accesible para ellos y la asocian muy poco con la educación.

- Por segmento ocupacional destacan los siguientes hallazgos:
 - En el contexto descrito en los párrafos previos, la visión más desfavorable de la ciencia en tanto sistema de conocimiento fue la del segmento de los docentes. El 64% de ellos considera que son “ideas que pocos comprenden” y sólo el 21% optó por frases que denotan una visión positiva. La imagen negativa que tienen de la ciencia se acentúa por el hecho de que sólo un 4% la asoció con educación. No deja de llamar la atención este hallazgo, ya que son los docentes quienes, como gremio, tienen la responsabilidad de aportar para la construcción de una cultura científica en los educandos.
 - Las opciones de respuesta elegidas por quienes integran el aquí llamado segmento EMPIA³⁸ son parecidas en proporción a las de todos los ciudadanos en conjunto: 54% en el caso de “ideas que pocos comprenden” y poco más del 7% de ellos asocia ciencia con educación. Hallazgos similares se encontraron en el caso de las personas dedicadas a las labores del hogar.
 - Las ideas más favorables hacia la ciencia, aunque en una proporción significativa también ideas desfavorables, se encontraron en el segmento de estudiantes, de los cuales el 57% eligió la frase “ideas que pocos comprenden” y un 35% se inclinó por frases con una connotación positiva. Estas proporciones revelan una mayor disociación de visiones de la ciencia con respecto a las de los demás segmentos. Llama la atención que, habiendo llevado materias de ciencias en algunos de los niveles escolares a los cuales asistieron (hay que recordar que los estudiantes encuestados fueron mayores de 18 años, y por tanto de bachillerato en adelante); no obstante, poco menos del 10% de ellos asoció ciencia con educación.
- En la visión que tienen de la ciencia los ciudadanos encuestados, clasificados por rango de edad, se encontró lo siguiente:
 - Los jóvenes y adultos jóvenes (16 a 35 años) —solamente algunos de ellos eran estudiantes—, manifestaron las ideas de ciencia menos positivas (29%), en tanto el 60% la identificó con “ideas que poco comprenden”, y cerca del 7% de ellos la asoció con educación.
 - Por su parte, los adultos maduros (36 a 55 años) son el segmento etario que tiene una imagen de la ciencia más desfavorable que la del segmento más joven: sólo el 26% seleccionó ideas positivas de la ciencia como sistema de conocimiento; por su parte, el segmento de adultos maduros fue el que eligió en menor proporción la idea de que la ciencia está constituida por “ideas que pocos comprenden” (48%), y casi el 7% la relacionó con educación.

³⁸ Empleados (tanto de instituciones públicas como de empresas privadas), profesionistas independientes y autoempleados.

- En el conjunto de adultos mayores de 55 años se acentúa la visión de que la ciencia es “información que pocos comprenden” (60%). En este segmento es ligeramente mayor que la proporción general del conjunto de los diversos segmentos —aunque sigue siendo muy baja, casi el 8%— la proporción de adultos mayores que asocian ciencia con educación.
- En cuanto a la visión que tienen los ciudadanos de la ciencia como sistema de conocimiento, conforme aumenta el nivel de escolaridad, las ideas negativas, aunque en todos los casos predominantes, empiezan a ser menores en proporción:
 - En quienes estudiaron hasta secundaria, completa o incompleta, se acentúa con fuerza la visión de que la ciencia “son ideas que pocos comprenden” (68%); en tanto, apenas poco más del 6% la relaciona con educación.
 - La mayoría de quienes tienen el nivel de bachillerato y carrera técnica, completo o incompleto (55%), asocia la ciencia con “ideas que pocos comprenden”, pero en menor proporción que los del nivel escolar inferior. En contraste, en este segmento se relaciona ciencia con educación en mayor proporción que los de primaria, aunque la métrica sigue siendo muy baja (casi 11%).
 - Quienes han realizado estudios de licenciatura y posgrado tienen una imagen más positiva de la ciencia, aunque en ambos segmentos prevalece la concepción de que son “ideas que pocos comprenden” (54 y 55% respectivamente), aunque llama la atención que asocien la ciencia con educación en menor medida que los ciudadanos con menores niveles de escolaridad (5 y 6% respectivamente).
- En resumen, al considerar la ciencia como un sistema de conocimiento importante para la comprensión del mundo y para vivir mejor, los ciudadanos muestran en general una postura negativa, que remite a lo poco comprensible que les resulta la ciencia, aunque se presentan ligeras diferencias según sus características etarias, ocupacionales o de escolaridad. Así, por ejemplo, quienes como grupo muestran opiniones más desfavorables hacia la ciencia como sistema de conocimiento son, por criterio de segmentación, los siguientes: por rangos de edad, los adultos mayores; por ocupación, los docentes, y por escolaridad máxima, quienes tienen estudios de educación básica.

Dimensión axiológica

Actitudes y representaciones en relación con la ciencia

- De las tres dimensiones de la cultura científica, los tres tipos de actor del sector CTE —divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones— coinciden en dar mayor peso a los aspectos axiológicos.
- En general, los ciudadanos en los segmentos definidos que se analizaron (que no son todos los de la muestra, pues algunos segmentos no fueron incluidos en

este análisis de hallazgos por dimensiones), tienen ideas de ciencia que denotan una visión ligeramente más positiva que negativa: la valoración de la ciencia y la tecnología como conocimientos atractivos está polarizada en la ciudadanía, pues mientras poco más de la mitad les asigna representaciones positivas (conocimientos interesantes y grandes descubrimientos), el resto las asocia a representaciones negativas (información aburrida).

- En consistencia con lo anterior, la actitud de los ciudadanos hacia la ciencia y la tecnología también está fragmentada en dos polos, ya que poco más de la mitad de ellos les asigna representaciones con una carga positiva, principalmente y en orden decreciente: riqueza, eficiencia y progreso; en tanto, poco menos de la mitad las asocia con ideas negativas, principalmente y en orden decreciente: desigualdad y deshumanización.
- El análisis por segmentos ciudadanos, de acuerdo con la clasificación definida, resultó en los siguientes hallazgos:
 - Si bien todos los segmentos ocupacionales manifiestan una tendencia hacia actitudes polarizadas, ya en lo específico se encontró que las actitudes y representaciones positivas de la ciencia predominan entre los ciudadanos del segmento aquí llamado EMPIA.³⁹ En contraste, el segmento en el cual predominan las más desfavorables para la ciencia y la tecnología, es el de los docentes (casi seis de cada diez).
 - Por su parte, y en general, a las personas dedicadas a labores del hogar y a los estudiantes les resulta menos atractiva la ciencia, aunque sus representaciones de la ciencia y la tecnología son más positivas.

Tabla 34. Proporción de ciudadanos por segmento ocupacional en relación con sus actitudes y representaciones de la ciencia. (Porcentajes)

Segmentos	Actitudes y representaciones			
	Atractivo de la ciencia (P1) ⁴⁰		Representaciones (positivas versus negativas) (P2)	
EMPIA	58	42	53	47
Labores del hogar	47	53	56	44
Estudiantes	48	52	57	43
Docentes	41	59	42	58

En consistencia con las actitudes generalizadamente negativas de los segmentos ciudadanos (con excepción del subgrupo EMPIA), la poca atracción que en gene-

³⁹ Empleados, profesionistas independientes y autoempleados.

⁴⁰ P1 y P2 se refieren a las preguntas correspondientes de la encuesta.

ral sienten por la ciencia se manifiesta en una notable elección mayoritaria de términos negativos, entre los cuales destaca el de “deshumanización”.

- En el segmento por rango etario se encontró una tendencia claramente definida: a mayor edad, menor es la proporción de ciudadanos con actitudes y representaciones positivas de la ciencia. Así, las más favorables se encontraron en el segmento de jóvenes y adultos jóvenes (58%), y las más desfavorables en el de adultos mayores (54%) (tabla 35).⁴¹

Tabla 35. Proporción de ciudadanos por segmento etario, en relación con sus actitudes y representaciones de la ciencia. (Porcentajes)

Segmentos	Actitudes y representaciones			
	Atractivo de la ciencia (P1) ⁴²		Representaciones (positivas versus negativas) (P2)	
16 a 35 años	58	42	55	45
35 a 55 años	55	45	54	46
56 años y más	39	61	46	54

- En el segmento por niveles máximos de escolaridad se encontraron diferencias más significativas entre las distintas posturas:

Las actitudes más positivas hacia la ciencia corresponden al segmento de ciudadanos con escolaridad de licenciatura y normal (67%); los demás segmentos tuvieron actitudes menos favorables, entre los cuales el grupo de personas con nivel máximo de secundaria es el que mostró tener la postura más negativa (69%).

En cuanto a las representaciones de la ciencia, parece haber una tendencia sostenida: en general, a mayor nivel de escolaridad se tiene una imagen más positiva de la ciencia (tabla 36).

Con estos hallazgos pareciera que, en general, el grado de escolaridad es una variable importante para una valoración positiva (o menos negativa) de la ciencia, desde la educación básica hasta el nivel de licenciatura. Por su parte, la opinión menos favorable de quienes cuentan con estudios de posgrado se podría relacionar con una percepción más crítica con respecto a la ciencia, sus alcances y limitaciones, aunque esto de ninguna manera debe tomarse como concluyente.

⁴¹ En esta y en varias de las siguientes tablas, se aplica el siguiente código cromático para una más fácil interpretación de los números contenidos en ellas: Verde significa “Positivo o favorable”, Rojo “Negativo o desfavorable” y Amarillo “Intermedio entre lo favorable y lo desfavorable”, o bien, “Equilibrio”.

⁴² P1 y P2 se refieren a las preguntas correspondientes de la encuesta.

Tabla 36. Proporción de ciudadanos por segmentos según el nivel de escolaridad máxima en relación con sus actitudes y representaciones de la ciencia. (Porcentajes)

Segmentos	Actitudes y representaciones			
	Atractivo de la ciencia (P1) ⁴³		Representaciones (positivas versus negativas) (P2)	
Secundaria	31	69	51	49
Bachillerato y técnicos	48	52	51	49
Licenciatura y normal	67	33	54	46
Posgrado	37	63	57	43

Percepción sobre los impactos de la ciencia

Desde otra perspectiva, se indagó acerca de la percepción sobre el impacto de la ciencia en términos de beneficios versus riesgos y efectos desfavorables.

- En general, la percepción predominante es que los efectos desfavorables causados por la ciencia están en equilibrio con respecto a los beneficios (39% de las personas en los segmentos considerados), seguida por la opinión de que los daños o impactos desfavorables para la sociedad son mayores que los beneficios (36%). De esta manera, aunque predomina la idea de equilibrio, son minoría quienes favorecen a la ciencia en términos de los beneficios que produce (25%).⁴⁴
- Por segmentos de ocupación se encontraron diferencias significativas:
 - El segmento de los docentes es el que mostró —proporcionalmente— opiniones más favorables con respecto a los impactos de la ciencia; el 46% de ellos se inclinó por los efectos benéficos y sólo el 30% por los desfavorables. La mayoría de las opiniones en los otros tres segmentos presentó un sesgo hacia los riesgos de la ciencia; entre ellos, la percepción de las personas dedicadas al hogar fue la más desfavorable en este sentido, pues el 44% de ellas (la misma proporción que los estudiantes) se inclinó por los efectos desfavorables, y solamente el 13% por los impactos benéficos (tabla 37).

El 4% de los estudiantes no opinó acerca de beneficios versus perjuicios que genera la ciencia. Del resto, la mayoría relativa (43%) piensa que los beneficios y los perjuicios están equilibrados. No obstante, la percepción de que los perjuicios de la ciencia son mayores que sus beneficios es mayor que la contraria (33% versus 24%). De lo anterior se puede inferir que la mayoría de los estudian-

⁴³ P1 y P2 se refieren a las preguntas correspondientes de la encuesta.

⁴⁴ Los porcentajes se calcularon sobre la base del total de quienes optaron por alguna de las tres posturas. Se descontaron las respuestas de quienes manifestaron no tener una idea informada sobre los beneficios y los perjuicios, que equivalen al 8% de la muestra total.

Tabla 37. Proporción de ciudadanos por segmento ocupacional en relación con sus percepciones acerca del impacto de la ciencia. (Porcentajes)

Segmentos	Percepción de impacto		
	Beneficios y efectos desfavorables de la ciencia (P3)		
EMPIA	26	37	37
Labores del hogar	13	43	44
Estudiantes	24	43	33
Docentes	46	24	30

Código cromático: Beneficios mayores que perjuicios (verde), Beneficios y perjuicios equilibrados (amarillo), Perjuicios mayores que beneficios (rojo).

tes encuestados tienen una percepción de la ciencia sesgada hacia lo negativo: como algo que puede ser positivo (ver tabla 34, variable Representación), pero que a la vez es fuente de riesgos.

La percepción predominantemente negativa de quienes se dedican al hogar y de los estudiantes en cuanto al impacto de la ciencia, contrasta con la valoración que estos mismos segmentos hacen de ella (tabla 34). De esto se podría inferir que, si bien la mayoría en cada uno de estos dos segmentos ocupacionales, puede hacer valoraciones positivas de la ciencia en abstracto, las cuales les permite asociarla con términos tales como eficiencia o riqueza, consideran que en lo concreto ella genera más perjuicios y efectos desfavorables que beneficios.

Por segmento etario se observa que la percepción de los beneficios y perjuicios de la ciencia empeora conforme aumenta el rango de edad. Así, los adultos de 56 años son quienes eligieron con el mayor porcentaje (48%) la opción de que los perjuicios provocados por la ciencia son mayores que los beneficios que genera. El segundo segmento que eligió la visión más negativa fue el de jóvenes y adultos jóvenes (38%), pero al mismo tiempo fue, en relación con los otros segmentos, en el que se encontró la proporción mayor de personas que consideran lo contrario (30%); es decir, el que mostró una percepción más polarizada. Por su parte, los jóvenes y adultos jóvenes presentan una visión menos desfavorable al considerar beneficios versus perjuicios. También fue en el segmento más joven en el cual se encontró la mayor proporción de quienes opinaron que los beneficios y perjuicios están equilibrados (tabla 38).

- Desde otra perspectiva de análisis, ahora por nivel de escolaridad máxima, al igual que en el caso de la percepción de la ciencia, la variable de escolaridad resultó ser la más relevante, pues en el análisis segmentado según este criterio, se manifiesta la misma tendencia hacia lo favorable: a mayor nivel de escolaridad, aumentan las opiniones acerca de que los beneficios son mayores que los perjuicios, como lo muestra la tabla 39.

Tabla 38. Proporción de ciudadanos por segmento ocupacional en relación con sus percepciones acerca del impacto de la ciencia. (Porcentajes)

Segmentos	Percepción de impacto		
	Beneficios y efectos desfavorables de la ciencia (P3)		
16 a 35 años	22	45	33
35 a 55 años	30	32	38
56 años y más	11	41	48

Tabla 39. Proporción de ciudadanos por nivel de escolaridad máxima en relación con sus percepciones acerca del impacto de la ciencia. (Porcentajes)

Segmentos	Percepción de impacto		
	Beneficios y efectos desfavorables de la ciencia (P3)		
Secundaria	12	42	46
Bachillerato y técnicos	19	39	42
Licenciatura y normal	29	39	32
Posgrado	41	26	33

En este sentido, destaca el segmento de personas cuya escolaridad máxima es la Secundaria, en el cual un 46% de ellas manifiesta una percepción notoriamente negativa.

Interés en temas de ciencia, tecnología y afines

Considerando el interés en temas de ciencia y tecnología, y en otros temas que contienen ciencia⁴⁵ como indicador de percepción positiva —tengan o no consciencia de ello las personas—, la población encuestada de los segmentos considerados se expresó ligeramente más interesada que desinteresada (52%), lo cual hizo evidente un interés polarizado.

- Por segmento de ocupación se encontraron diferencias significativas: las mayores proporciones de interés en al menos uno de los temas que implican ciencia, se encontraron en el grupo de docentes y en el EMPIA, 64 y 56% respectivamente (tabla 40). En contraste, la mayoría de los estudiantes manifestó un alto grado de desinterés en estos temas (60%).

Las personas dedicadas al hogar que manifestaron interés en alguna de las categorías temáticas propuestas que involucran conocimientos científicos, representan la mitad de ese grupo; la otra mitad corresponde a quienes expresaron desinterés, lo que muestra la polarización del grupo respecto de este punto.

⁴⁵ Medioambiente y ecología, medicina y salud, alimentación y nutrición, psicología y desarrollo personal, economía y, por supuesto, temas de ciencia y tecnología (cfr. tabla 29, en el capítulo 6).

Tabla 40. Proporción de ciudadanos por segmento ocupacional en relación con su interés o desinterés en temas de ciencia, tecnología y afines. (Porcentajes)

Segmentos	Percepción de impacto	
	Interés en temas ciencia y tecnología, y afines	
EMPIA	56	44
Labores del hogar	50	50
Estudiantes	40	60
Docentes	64	36

- Por rango de edad, el mayor interés hacia los temas que involucran ciencia y tecnología correspondió a los adultos maduros (36 a 55 años), y el grupo etario menos interesado fue el de 56 años y más (tabla 41).

Tabla 41. Proporción de ciudadanos por segmento ocupacional en relación con su interés o desinterés en temas de ciencia, tecnología y afines. (Porcentajes)

Segmentos	Percepción de impacto	
	Interés en temas ciencia y tecnología, y afines	
16 a 35 años	50	50
35 a 55 años	57	43
56 años y más	45	55

Llama la atención que, entre los jóvenes de 16 a 35 años, las opiniones de interés y desinterés equivalen al 50% en cada caso (tabla 41).

- Por nivel máximo de escolaridad, el mayor interés hacia los temas que involucran ciencia y tecnología correspondió a quienes cuentan con estudios de posgrado, y el menor al segmento de personas con el nivel máximo de secundaria. De hecho, se hizo evidente la tendencia de que a mayor escolaridad hay un mayor interés hacia temas de ciencia y tecnología, o que involucran conocimientos y desarrollos de las ciencias y las tecnologías; así se manifestó el 46% de quienes estudiaron hasta secundaria, el 50% hasta bachillerato y carreras técnicas, el 55% hasta la licenciatura y la normal, y el 56% hasta el posgrado (tabla 42).

Tabla 42. Proporción de ciudadanos por nivel máximo de escolaridad en relación con su interés o desinterés en temas de ciencia, tecnología y afines. (Porcentajes)

Segmentos	Percepción de impacto	
	Interés en temas ciencia y tecnología, y afines	
Secundaria	46	54
Bachillerato y técnicos	50	50
Licenciatura y normal	55	45
Posgrado	56	44

Dimensión praxeológica

Importancia de la cultura científica

- Con un muy alto grado de consenso, en general los actores del sector de ciencia, tecnología y educación (divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales) consideran que el ciudadano común necesita ser científicamente culto para entender el mundo actual y participar activamente en la sociedad contemporánea (sólo el 4% de ellos estuvo en total desacuerdo con esta afirmación). Esta opinión es en su mayoría sustentada por los tomadores de decisiones, seguidos por los divulgadores, y en menor medida por los investigadores. Cabe mencionar que quienes mostraron total desacuerdo con esta afirmación —una proporción muy pequeña del total del subgrupo correspondiente, el 5%— fueron divulgadores, lo cual, como se mencionó, llama la atención ante el supuesto subyacente de que la divulgación se lleva a cabo para fortalecer la cultura científica de la población, así como ante la opinión mayoritaria de esos mismos actores de la divulgación o relacionados con ella, en cuanto a que esa es la principal razón de divulgar la ciencia y la tecnología.
- La mayoría de los actores del sector CTE (60%) considera que es deseable que los ciudadanos conozcan y comprendan la naturaleza del quehacer de los científicos. Poco más de un tercio de esos actores fue aún más allá y opinó que ello es indispensable; si se suman ambas proporciones se llega al 95%. En cambio, el resto opinó que no es importante, o que es irrelevante que el ciudadano común esté al tanto de la forma en que trabajan las personas dedicadas a la ciencia.

La proporción tan alta de divulgadores, científicos y tomadores de decisiones que considera que el ciudadano común debería entender la manera en que trabajan los científicos apunta a que una característica de las personas “científicamente cultas” sería entender el quehacer de la ciencia (más allá de comprender el papel de ella en la sociedad contemporánea, de contar con conocimientos básicos de varias disciplinas, y de aplicar esos conocimientos para tomar decisiones y resolver problemas a nivel personal y social, entre otras cosas).

Aunque en el conjunto de los actores del sector CTE predomina la opinión de que sería deseable que el ciudadano común sepa y comprenda cómo trabajan los científicos, los divulgadores —en mayor proporción que los investigadores y los tomadores de decisiones—, creen que es indispensable que los ciudadanos lo conozcan y comprendan. En cambio, al contrastar las opiniones de los tres subgrupos de actores, los tomadores de decisiones se inclinaron en mayor medida por la opinión de que solamente sería deseable. Llama la atención que, aun siendo elevada la proporción de investigadores que se manifestó a favor de que los ciudadanos comprendan cómo trabajan los científicos, es menor que la correspondientes a divulgadores y tomadores de decisiones; lo anterior puede llevar a pensar que a muchos investigadores les interesa poco que el ciudadano común entienda su quehacer.

- La opinión ampliamente predominante en los actores del sector de ciencia, tecnología y educación (casi el 97%) es que, para su desarrollo, la sociedad requiere de ciudadanos científicamente cultos, y que no basta con que solamente los científicos lo sean. Quienes se manifiestan convencidos en mayor medida de esto son los tomadores de decisiones (100%), seguidos por los divulgadores (97%) y los investigadores (96%).

Relevancia de la ciencia y la tecnología para los ciudadanos

Cerca del 52% de las personas encuestadas se declaró poco o nada interesada en temas de ciencia y tecnología, y adujeron diversas causas para su falta de interés; entre ellas, hay dos que se pueden considerar como un gran desinterés, de tal grado que sería muy difícil revertir esta situación mediante acciones de divulgación de ciencia y tecnología; a saber: “Van en contra de mis principios/de mi religión” y “No estoy de acuerdo con esos temas”. En conjunto, quienes manifestaron estas dos razones corresponden a una proporción muy baja (5.4%) del total de encuestados.

Al igual que en los casos de las dimensiones epistémica y axiológica, cuatro segmentos ocupacionales de las personas encuestadas fueron considerados de especial interés: estudiantes, docentes, personas que se dedican a labores del hogar y empleados de organizaciones públicas y privadas, autoempleados y profesionistas independientes (segmento integrado que en este capítulo se ha identificado como EMPIA).

Entre los diversos segmentos ocupacionales definidos, quienes mencionaron los cuatro motivos considerados como irreversibles para no interesarse en los temas de ciencia y tecnología, la mayor proporción relativa corresponde al subconjunto de quienes se dedican a labores del hogar (poco más de una de cada cuatro de ellas). Esta es una situación muy desfavorable para la formación de una cultura científica en la población, ya que las madres y los padres son, por motivos naturales, las personas más influyentes en la conformación de las actitudes iniciales en la niñez ante el conocimiento científico y para la formación (o no) de una visión del mundo basada en el pensamiento crítico y en una cultura compatible con la ciencia. En segundo lugar se encuentran los estudiantes, entre los cuales a uno de cada cinco muy difícilmente le interesará la ciencia y la tecnología, pues no es la falta de tiempo ni la falta de acce-

so a la información tecnocientífica, sino sus propias actitudes las que determinan su desinterés radical. En tercer lugar se ubican los EMPIA, que representan el 16% de todos los encuestados clasificados en este segmento. Por último, en el cuarto sitio se encuentran los docentes (13% del total de ellos).

De los tres segmentos etarios amplios que fueron definidos (clasificados y denominados como “jóvenes y adultos jóvenes” (16 a 35 años), “adultos maduros” (36 a 45 años) y “adultos mayores” (56 años o más)), destaca el de adultos mayores: uno de cada cuatro de ellos señaló que su desinterés en los temas de ciencia y tecnología se debe a alguna de las dos razones que se consideran difícilmente reversibles. Le sigue el de jóvenes y adultos jóvenes (17%) y finalmente el de adultos maduros (15%); esto es, a una proporción significativa de adultos mayores no les interesan esos temas, y a un buen número de jóvenes tampoco.

Como se comenta en el apartado denominado Dimensión Axiológica, a menor escolaridad es mayor la proporción de encuestados con un desinterés radical en temas de o que involucran a la ciencia y la tecnología. Ese desinterés va disminuyendo progresivamente a mayores grados de escolaridad: desde el casi 30% de personas radicalmente desinteresadas que cursaron secundaria completa o niveles inferiores, hasta el 15% de quienes estudiaron algún posgrado en forma incompleta o completa. En este contexto cabe considerar que la escolaridad promedio de la población mexicana, según datos de la SEP, era de 9.5 años en el ciclo 2018-2019,⁴⁶ lo cual equivale a poco más del tercer grado de secundaria.

Ciencia que necesita la ciudadanía para vivir mejor

- Una proporción muy elevada de la ciudadanía urbana encuestada (cuatro de cada diez) manifestó no necesitar saber nada de ciencia para vivir mejor, o bien optó por no contestar la pregunta (2.1% del total).⁴⁷ Esto es un indicio de la pobre cultura científica prevaleciente y, sobre todo, de la escasa relación que en el imaginario popular tiene la ciencia con el bienestar personal; pareciera que, en la percepción de una proporción importante de la ciudadanía, la ciencia no tiene mucho efecto en su vida y que, por lo tanto, no le importa o no la necesita. Esta percepción es muy evidente principalmente entre los jóvenes estudiantes.

Así, casi la mitad de los estudiantes encuestados afirma que no necesitan saber de ciencia para vivir mejor, constituyéndose de esta manera en el segmento —de los cuatro considerados— que expresó en mayor medida esta postura. Considerando el total de cada segmento, le siguen, en el siguiente orden, los docentes (cuatro de cada diez), las personas del grupo EMPIA (casi cuatro de cada diez) y las dedicadas a labores del hogar (una de cada tres).

⁴⁶ SEP (2019). *Principales cifras del sistema educativo nacional 2018-2019*. CDMX: SEP – Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa.

⁴⁷ Se consideró que, al no contestar la pregunta, las personas no tenían claro qué les puede interesar, o prefirieron no expresar que no les interesan los temas de ciencia y tecnología.

Por segmento etario amplio, son cuatro de cada diez los jóvenes y adultos jóvenes, al igual que los adultos maduros, quienes manifiestan no necesitar la ciencia y la tecnología para vivir mejor. En este sentido, es menor la proporción de los aquí llamados adultos mayores, pues sólo uno de cada tres comparte esta postura.

Por rango de escolaridad, cerca de la mitad de quienes estudiaron el bachillerato o una carrera técnica (completa o incompleta) considera que no necesita la ciencia para vivir mejor. En los restantes rangos de escolaridad las proporciones de quienes comparten esta opinión muestran muy poca variabilidad, alrededor del 38% del total en cada subconjunto.

- Quienes manifestaron necesitar conocimientos científicos para vivir mejor (casi el 60% del total de la muestra), colocaron sus requerimientos en un espectro amplio de temas.

Las siguientes tablas, 43, 44 y 45, muestran las prioridades de los diversos segmentos de personas consideradas en el análisis. Los números en las casillas representan el lugar en la escala de prioridades de cada grupo temático de conocimientos, para cada segmento etario. Evidentemente, el número 1 significa la mayor prioridad y el 9 la menor. Se han señalado con diversos tonos de color verde y rojo las casillas de los temas que resultaron más y menos importantes, respectivamente, para el segmento en cuestión.

Tabla 43. Orden de prioridad de los conocimientos requeridos para vivir mejor por segmento etario

Grupo temático	Jóvenes y adultos jóvenes (16-35 años)	Adultos maduros (36-55 años)	Adultos mayores < (56 años o más)
Tecnología/gadgets/electrónicos	1	1	1
Medio ambiente	2	4	4
Descubrimientos en general	6	2	2
Medicina/Ciencias de la Salud	4	3	5
Economía/Finanzas/Política	5	7	3
Psicología/Desarrollo personal	3	5	6
Educación	8	6	7
Matemáticas/Estadística	7	8	8
Actividades culturales/Museos	9	9	9

- En general, el tema que resultó de mayor necesidad transversal, es decir el que ocupó el primer lugar de menciones, independientemente del segmento conside-

rado, fue el de tecnología, los *gadgets* y los [aparatos] electrónicos (exceptuando a los docentes, para quienes se ubicó en segundo sitio). Este resultado parece indicar que, en México, las personas en general ven la tecnología como equivalente a ciencia, sin distinguir la diferencia entre ambas.

Tabla 44. Orden de prioridad de los conocimientos requeridos para vivir mejor por segmento ocupacional

Grupo temático	Segmento EMPIA ⁴⁸	Estudiantes	Docentes	Labores del hogar
Tecnología/gadgets/electrónicos	1	1	2	1
Medio ambiente	2	2	5	4
Descubrimientos en general	3	6	1	3
Medicina/Ciencias de la Salud	3	4	6	2
Economía/Finanzas/Política	6	5	2	5
Psicología/Desarrollo personal	5	3	2	6
Educación	7	8	7	7
Matemáticas/Estadística	8	7	8	8
Actividades culturales/Museos	9	9	9	9

Tabla 45. Orden de prioridad de los conocimientos requeridos para vivir mejor por segmento según nivel de escolaridad máxima

Grupo temático	Secundaria	Bachillerato y C. Técnica	Licenciatura y Normal	Posgrado
Tecnología/gadgets/electrónicos	1	1	1	1
Medio ambiente	2	2	4	2
Descubrimientos en general	3	4	2	3
Medicina/Ciencias de la Salud	6	5	3	5
Economía/Finanzas/Política	3	3	6	6
Psicología/Desarrollo personal	5	7	5	4
Educación	7	6	7	8
Matemáticas/Estadística	8	8	8	9
Actividades culturales/Museos	9	9	9	7

⁴⁸ Empleados, profesionistas independientes, autoempleados.

- Los temas de medioambiente, descubrimientos, y medicina y ciencias de la salud, siempre se ubican entre los primeros cinco lugares en importancia para las personas, independientemente del segmento considerado.
- Como categoría temática, medioambiente tiene una alta prioridad (ocupa el segundo lugar) para los jóvenes y adultos jóvenes (16 a 35 años), para los empleados, profesionistas independientes, autoempleados y estudiantes, así como para las personas cuya escolaridad máxima es de secundaria, bachillerato, carrera técnica y posgrado. En contraste, ese tema tiene una relevancia media para los adultos de 36 años y más, para aquellos cuya escolaridad es de licenciatura y normal, y para quienes se dedican a la docencia y las labores del hogar.
- Los temas de medicina y ciencias de la salud son de interés moderado para todas las personas (entre el cuarto y el quinto lugar de preferencias para la mayoría de los segmentos); en cambio, resultan más relevantes para las personas dedicadas a labores del hogar (segundo lugar entre sus requerimientos para vivir mejor), adultos maduros, personas en el segmento EMPIA y para aquellas cuya escolaridad máxima es de licenciatura y normal.
- Por su parte, los temas de psicología y desarrollo personal, por un lado, y de economía, finanzas, política y negocios por otro, ocupan prioridades intermedias y difieren moderadamente entre los diversos segmentos, exceptuando a los docentes, quienes les conceden mayor prioridad.
- Los temas relacionados con psicología son de mayor interés para los docentes, pero también lo son, aunque desde otros ángulos y en menor medida, para el grupo de jóvenes y adultos jóvenes, así como para los estudiantes. En oposición, es de bajo interés para los adultos mayores y para personas dedicadas a labores del hogar, así como para quienes tienen una escolaridad máxima de bachillerato y de carrera técnica.
- Los temas de economía, finanzas, política y negocios son de alta relevancia para los docentes, seguidos por los adultos mayores y quienes tienen la secundaria como nivel máximo de escolaridad. En cambio, los adultos maduros, las personas en el segmento EMPIA y personas con escolaridad máxima de licenciatura y normal, en general los requieren menos para vivir mejor.
- El tema de los descubrimientos en general es el que diferencia más drásticamente las necesidades de conocimientos desde el punto de vista de la ciudadanía, pues en algunos segmentos se encuentra entre los primeros lugares de lo que manifiestan requerir, mientras que para otros son de relevancia intermedia o baja. Quienes le otorgan la mayor prioridad a este tema son los docentes, cuyas elecciones lo colocaron en primer lugar para ellos, así como para quienes tienen escolaridad de licenciatura o normal. Desde el enfoque de otros segmentos, son relevantes para los adultos maduros y adultos mayores, para los empleados, profesionistas independientes y autoempleados, y para quienes se dedican a labores del hogar, así como para quienes tienen escolaridades de secundaria y posgrado. Por el con-

trario, los adultos jóvenes y los estudiantes lo colocan en las últimas posiciones de lo que consideran necesitar.

- En general, los diversos segmentos no consideran de manera prioritaria que para vivir mejor necesiten los temas de educación ni los de matemáticas y estadística. En todos los segmentos considerados, estos temas estuvieron entre el sexto y el noveno sitio en la escala de prioridades; esto es, en la franja de los últimos lugares.
- Por último, aunque mencionados por algunos encuestados, lo relacionado con actividades culturales y museos (al margen de que podrían no ser pertinentes en el ámbito de la ciencia y la tecnología), se ubicó en todos los segmentos, con excepción de quienes tienen estudios de posgrado, en el último sitio de las categorías temáticas identificadas.
- La tabla 46 resume el grado de preferencia de cada segmento por las categorías temáticas que se consideraron con mayor prioridad.⁴⁹

Tabla 46. Segmentos ciudadanos con mayores requerimientos por categorías temáticas

Categoría temática	Criterios de segmentación		
	Edades	Ocupación	Escolaridad
Tecnología, gadgets y electrónicos	Todos	Todos	Todos
Medio ambiente	Jóvenes y adultos jóvenes	Segmento EMPIA Estudiantes	Secundaria Bachillerato Carrera Técnica Posgrado
Descubrimientos en general	Adultos maduros Adultos mayores	Docentes	Licenciatura Normal
Medicina/Ciencias de la Salud	Adultos maduros	Labores del hogar Segmento EMPIA	Licenciatura Normal
Economía/Finanzas/Política	Adultos mayores	Docentes	Secundaria Bachillerato Carrera Técnica
Psicología/Desarrollo personal	Jóvenes y adultos jóvenes	Docentes Estudiantes	Posgrado

Resumen integrado de hallazgos por segmento

En el marco de las dimensiones de la cultura científica definidas por Laspra (2016), la mayoría de las personas en los diversos segmentos analizados coinciden en lo siguiente:

⁴⁹ En la tabla no se incluyen las categorías temáticas elegidas en los últimos lugares: Educación, Matemáticas/Estadística y Actividades culturales/museos.

Dimensión epistémica

- Poco más de la mitad de las personas no ve a la ciencia como un sistema de conocimientos accesible para ellos, la asocian muy poco con la educación, y principalmente con conocimientos que pocos comprenden.

Dimensión axiológica

- Los encuestados manifestaron una actitud extremadamente ambivalente con respecto a la ciencia, pues en conjunto expresaron opiniones y percepciones positivas hacia la ciencia, pero también valoraciones (actitudes y representaciones) en general muy negativas, con un ligero sesgo hacia lo positivo.
- Las ideas asociadas con la ciencia mencionadas con mayor frecuencia tienen cargas tanto positiva (principalmente riqueza, eficiencia y progreso) como negativa (desigualdad y deshumanización).
- En general, los encuestados evidencian una valoración desfavorable de la ciencia, la cual se acentúa conforme es más bajo el nivel de escolaridad y más alto el rango etario.
- Aunque en el conjunto de segmentos predomina la idea de equilibrio entre los beneficios y los perjuicios que se considera tiene la ciencia, son minoría quienes la favorecen en términos de los beneficios que produce.
- El interés por temas de ciencia, tecnología y afines en los segmentos considerados es ligeramente positivo (52%). Conforme aumenta el nivel de escolaridad máxima, también lo hace la proporción de personas muy interesadas en estos temas.
- Tan sólo el 15% se declara muy interesado en temas de ciencia y tecnología. No obstante, en general les interesa informarse y saber sobre algunos temas que involucran a la ciencia (medicina y ciencias de la salud, medioambiente y ecología, alimentación y nutrición, y desastres y fenómenos naturales; es decir, campos afines o en los cuales la ciencia está implicada), pero que la ciudadanía no identifica necesariamente como ciencia.

Dimensión praxeológica

- Cerca de la mitad de las personas cree que no necesita la ciencia para vivir mejor, pero esas personas también expresaron requerir conocimientos de temas que tienen, o podrían tener que ver, con contenidos de ciencias, lo cual podría indicar que no identifican con claridad las disciplinas y conocimientos de ciencia.
- Los temas que más les interesa para vivir mejor son, en el siguiente orden, los de tecnología, gadgets y aparatos electrónicos, medio ambiente, y medicina y ciencias de la salud.

La tabla 47 resume las diferencias y acentos mencionados por los diversos segmentos de las personas encuestadas.

Tabla 47. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de ocupación y por dimensión de la cultura científica

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
EMPIA	—	<p>En este segmento predominan las actitudes y representaciones positivas de la ciencia.</p> <p>La mayoría de las personas de este segmento considera que los beneficios de la ciencia están equilibrados con los perjuicios; pero casi en la misma proporción, consideran que estos últimos son mayores que los beneficios.</p> <p>Una modesta mayoría en este grupo manifestó interés por temas de ciencia, tecnología y afines.</p>	<p>Manifiestan que, para vivir mejor, requieren mayores conocimientos sobre tecnología, gadgets y electrónicos, así como sobre medio ambiente.</p>
Labores del hogar	—	<p>Su atracción por la ciencia tiene una inclinación mayoritaria hacia lo negativo, aunque sus representaciones de ella son predominantemente positivas: ven la ciencia como algo valioso, pero no les resulta atractiva, considerándola principalmente información aburrida.</p> <p>En este grupo se encontró la menor proporción de personas que piensa que los beneficios de la ciencia son mayores que los perjuicios que conlleva.</p> <p>Este grupo está polarizado en cuanto a su interés en temas de ciencia y afines, prácticamente la mitad se muestra interesada y la otra mitad desinteresada.</p> <p>Es el segundo grupo con mayor proporción de motivos irreversibles de su desinterés por la ciencia (una de cada diez personas).</p>	<p>Es el segmento que en menor proporción manifestó que no necesita la ciencia para vivir mejor (casi una de cada tres personas). Así, la mayoría de este segmento no siente atracción por la ciencia, pero ven en ella conocimientos que les podrían ayudar a vivir mejor.</p> <p>Requieren, principalmente, conocimientos sobre tecnología, gadgets y electrónicos, seguidos de medicina y ciencias de la salud. En contraste, es de los grupos que menos creen necesitar temas específicamente de psicología y desarrollo personal para vivir mejor.</p>

(Continúa...)

Tabla 47. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de ocupación y por dimensión de la cultura científica. (Continúa)

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Ocupación	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
Estudiantes	<p>Respecto de los demás segmentos es el grupo que manifestó una mayor disociación en las visiones de la ciencia como sistema de conocimiento. Predomina la idea de que la ciencia son ideas que pocos comprenden.</p>	<p>Representaciones de la ciencia con un ligero sesgo hacia lo positivo, aunque la mayoría no siente atracción por ella.</p> <p>El concepto asociado con la ciencia más mencionado en este grupo, fue positivo: ciencia como conocimientos interesantes, aunque seguido por los de información aburrida e ideas que pocos comprenden. A pesar de que el concepto mayoritario es positivo, la suma de los conceptos negativos marcó la inclinación predominante en los estudiantes.</p> <p>Cuatro de cada diez consideran que los beneficios de la ciencia están equilibrados con los perjuicios, y tres de cada diez, que son mayores los efectos desfavorables de la ciencia que los beneficios que produce.</p> <p>El desinterés por temas de ciencia y afines está más acentuado en este segmento que en los demás, con seis de cada diez estudiantes en esta postura.</p> <p>En este grupo se encontró la mayor proporción relativa de individuos que aducen motivos considerados como irreversibles, para su falta de interés (13% de ellos).</p>	<p>Casi la mitad expresó que no necesita la ciencia para vivir mejor. Es el segmento con la mayor proporción de respuestas en este sentido.</p> <p>Los estudiantes que manifestaron necesitar la ciencia para vivir mejor —poco más de la mitad en el segmento—, eligieron en mayor medida, después de temas de tecnología, gadgets y electrónicos, los de medio ambiente.</p>

(Continúa...)

Tabla 47. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de ocupación y por dimensión de la cultura científica. (Continúa)

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Ocupación	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
Docentes	<p>Segmento que expresó la visión más desfavorable de la ciencia como sistema de conocimiento, relacionándola con ideas que pocos comprenden. Paradójicamente, tratándose de educadores, sólo un 4% de ellos asoció ciencia con educación.</p>	<p>Actitudes y representaciones de la ciencia con una carga mayormente negativa (alrededor de 59% del total de docentes). En general, asocian la ciencia principalmente con deshumanización, desigualdad y riesgos.</p> <p>El 46% de los docentes considera que los beneficios de la ciencia son mayores que los perjuicios, mientras el 30% manifestó la posición contraria.</p> <p>A pesar del predominio de opiniones negativas de la mayoría de los docentes en cuanto a la ciencia como sistema de conocimiento, así como de sus actitudes y representaciones de ella, es el segmento que mostró en mayor proporción interés por temas de ciencia y afines (64% del total de ellos).</p>	<p>Después de los estudiantes, los docentes fueron proporcionalmente el segundo grupo que expresó que no necesita la ciencia para vivir mejor (cuatro de cada diez).</p> <p>No obstante, los docentes que sí consideran que la necesitan, expresaron, en general, una mayor variedad de temas: tecnología, gadgets y aparatos electrónicos; medio ambiente; medicina y ciencias de la salud; psicología y desarrollo personal; economía, finanzas, política y negocios, y descubrimientos científicos. El tema que señalaron como el que más les interesa para vivir mejor es el de descubrimientos científicos en general.</p>

(Continúa...)

Tabla 48. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de edad y por dimensión de la cultura científica

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Edad	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
16 a 35 años	<p>En los jóvenes y adultos jóvenes, se encontraron ideas negativas acerca de la ciencia como sistema de conocimiento, con carga hacia ideas que pocos comprenden.</p>	<p>Valoración de la ciencia en términos de atractivo y representaciones de ella, con carga hacia lo positivo (58% del total). Considerando la opinión mayoritaria en la dimensión epistémica y este rubro, pareciera que las personas piensan que la ciencia es algo bueno, pero que no le es útil como sistema para comprender el mundo.</p> <p>La opinión mayor de este grupo es que los beneficios y los perjuicios de la ciencia están casi equilibrados. Una tercera parte cree que los efectos negativos son mayores que los beneficios.</p> <p>Grupo totalmente polarizado en cuanto a interés y desinterés en temas de ciencia y afines (mitad y mitad). Los principales motivos declarados por los desinteresados son: no me gustan esos temas y no necesito saber de esos temas.</p>	<p>Grupo etario en el cual la mayor proporción de integrantes expresó que no necesita la ciencia para vivir mejor (cuatro de cada diez).</p> <p>Es también de los grupos menos interesados en tópicos de descubrimientos científicos, pero el más interesado en temas de psicología y desarrollo personal para vivir mejor.</p>

(Continúa...)

Tabla 48. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de edad y por dimensión de la cultura científica. (Continúa)

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Edad	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
36 a 55 años	<p>En términos generales, tienen una imagen más desfavorable que el segmento más joven acerca de la ciencia como sistema de conocimiento.</p>	<p>Valoración polarizada de la ciencia, con un ligero predominio de lo positivo (alrededor de 55%).</p> <p>Considerando la opinión mayoritaria en la dimensión epistémica y este rubro, pareciera que las personas piensan que la ciencia es algo bueno, pero que no le es útil como sistema para comprender el mundo.</p> <p>Es el segmento con la distribución más homogénea en las tres posturas de beneficios versus perjuicios de la ciencia, con un ligero predominio de la proporción que escogió que los riesgos de la ciencia son mayores que sus beneficios.</p> <p>Como segmento etario, es el de mayor interés por temas de ciencia y afines (casi seis de cada diez personas).</p>	<p>Es el segmento etario que expresó en mayor proporción (43%) que no necesita la ciencia para vivir mejor.</p> <p>Subgrupo que eligió necesitar de ciencia para vivir mejor, se inclinó en su mayoría por temas de medicina y ciencias de la salud, así como por los descubrimientos científicos.</p>

(Continúa...)

Tabla 48. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de edad y por dimensión de la cultura científica. (Continúa)

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Edad	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
55 años +	<p>En este grupo se acentúa la visión de que la ciencia es información que pocos comprenden.</p>	<p>Es el segmento con actitudes y representaciones de la ciencia más negativas, de los tres considerados en el análisis.</p> <p>Casi la mitad de las personas en este grupo considera que los efectos negativos de la ciencia son mayores que sus beneficios, constituyéndose en el segmento más apegado a esta postura. Sólo uno de cada diez opina lo contrario. La proporción restante cree que están equilibrados.</p> <p>Es el segmento etario en el cual se encontró la mayor proporción de desinteresados en los temas de ciencia y afines (55%). Es también uno de los segmentos que expresó con más fuerza motivos irreversibles de su desinterés.</p>	<p>Este grupo etario es el que en menor medida expresó que no necesita la ciencia para vivir mejor (33%).</p> <p>Es también de los más interesados en saber — después de temas de tecnología, gadgets y electrónicos— sobre temas de economía, finanzas, política y negocios para vivir mejor, y es el que en menor proporción dice requerir los de psicología y desarrollo personal.</p>

(Continúa...)

Tabla 49. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de escolaridad y por dimensión de la cultura científica

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Escolaridad máxima	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
Secundaria	<p>En este segmento se acentúa notoriamente la visión de que la ciencia son ideas que pocos comprenden.</p>	<p>Es el segmento con la menor atracción por la ciencia, aunque con representaciones de ella muy polarizadas.</p> <p>La opinión predominante es que los perjuicios que provoca la ciencia son mayores que sus beneficios; solamente una de cada diez personas opinó lo contrario.</p> <p>Este es el grupo menos interesado en temas de ciencia y afines (poco más de la mitad de las personas).</p>	<p>Este segmento de escolaridad es el segundo que en mayor medida expresó que no necesita la ciencia para vivir mejor.</p> <p>Por otro lado, es el grupo que, en relación con los demás, expresó mayor necesidad de saber, para vivir mejor, —además de tecnología, gadgets y electrónicos— temas de medio ambiente y de descubrimientos en general, así como de economía, finanzas, política y negocios.</p>
Bachillerato o carrera técnica	<p>En este segmento de escolaridad se encontró la mayor proporción de personas que relacionan ciencia con educación.</p>	<p>Su valoración de la ciencia en términos de atracción y de representaciones de ella está muy polarizada, con proporciones muy similares entre lo positivo y lo negativo.</p> <p>La opinión con mayor frecuencia relativa en este segmento es que los perjuicios son mayores que los beneficios, y una proporción cercana considera que están equilibrados.</p> <p>La proporción de personas que escogieron la opción de desinterés o de interés en temas de ciencia es la misma (50% cada una).</p>	<p>Este es el grupo que en mayor proporción manifestó que no necesita la ciencia para vivir mejor (casi la mitad).</p> <p>Al igual que el grupo de Secundaria, este segmento —además de tecnología y gadgets—, se inclinó por los temas de medio ambiente, y de economía, finanzas, política y negocios, para vivir mejor.</p>

(Continúa...)

Tabla 49. Resumen de diferencias y acentos mencionados por segmento de escolaridad y por dimensión de la cultura científica. (Concluye)

Segmento	Dimensión de la cultura científica		
Escolaridad máxima	Epistémica	Axiológica	Praxeológica
Licenciatura y Normal	<p>Este segmento, junto con el de Posgrado, es el que tiene una mejor imagen de la ciencia como sistema de conocimiento del mundo, aunque la proporción de quienes se manifiestan así rebasa con poco margen la mitad de ellos.</p>	<p>Es el segmento con mejores actitudes y representaciones con respecto a la ciencia.</p> <p>La opinión mayoritaria de este grupo es que los beneficios de la ciencia están equilibrados con los perjuicios (39%), y un 32% cree que los riesgos son mayores que los beneficios. Por nivel de escolaridad es el grupo con la distribución más homogénea en las tres posturas.</p> <p>Por otra parte, la proporción de interesados es mayor que la de desinteresados (55%).</p>	<p>Manifestaron una mayor necesidad de saber acerca de temas sobre descubrimientos científicos y de ciencias de la salud, y el que mostró en forma mayoritaria su preferencia por la tecnología, gadgets y electrónicos. Por otro lado, son quienes mostraron menor inclinación hacia los temas de economía, finanzas, política y negocios.</p>
Posgrado	<p>Es uno de los dos segmentos por escolaridad, con la mejor imagen de la ciencia como sistema de conocimiento del mundo.</p>	<p>Sus representaciones de la ciencia se inclinan hacia lo positivo, aunque ella no le es atractiva a la mayoría de personas en este segmento.</p> <p>La opinión predominante es que los beneficios de la ciencia son mayores que los perjuicios (41%), resultando ser el único en el cual ocurrió esto.</p> <p>Por su parte, una de cada tres personas cree que los riesgos son mayores a los beneficios, y sólo una cuarta parte que beneficios y efectos negativos están equilibrados.</p> <p>Es el segmento en el cual se detectó el mayor nivel de interés en temas de ciencia y afines (56%).</p>	<p>Es el grupo que expresó, en general, mayor deseo de saber sobre temas de medio ambiente, pero el de menor interés —al igual que el de licenciatura y normal— en los de economía, finanzas, política y negocios.</p>

Eje Divulgación de la ciencia

Objetivos de la divulgación

- Si bien cada segmento de actores del sector ciencia, tecnología y educación (CTE) mostró ligeros matices de preferencia en cuanto a los objetivos de la divulgación, en general las respuestas de divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones muestran que los objetivos percibidos para realizar divulgación son múltiples, entre los cuales los principales son la promoción de una cultura científica en la población, y dar a conocer los avances de la ciencia y la tecnología. El objetivo con menor número de opiniones, con un alto grado de acuerdo entre esos tres actores, fue el de complementar los conocimientos adquiridos en la escuela.
- Las opiniones mayoritarias de los actores del sector CTE apuntan a que la divulgación de la ciencia debe fomentar la cultura científica en toda la población —y no limitarse a ser “caja de resonancia” de los contenidos escolares—, con el fin de que los conocimientos y habilidades de pensamiento pertinentes a la ciencia y la tecnología sean utilizados en la vida cotidiana de las personas (dimensión praxeológica de la cultura científica según Laspra), lo cual implica un nivel de apropiación de la ciencia y la tecnología (Patiño y Padilla, 2013), que ha pasado previamente por el alfabetismo científico y tecnológico (dimensión epistémica de Laspra), la adquisición de valores y una percepción informada de la ciencia y la tecnología, y del rol social de ambas (dimensión axiológica de Laspra).

Prioridades temáticas para la divulgación

- En América Latina, en general, suelen ser los propios divulgadores de ciencia quienes eligen los temas que comunican al público (Patiño, Padilla y Massarani, 2017). Por ello, se consideró importante indagar sobre la divulgación que debería ser apoyada por las instancias gubernamentales e institucionales de manera prioritaria (aunque no necesariamente exclusiva). El estudio arrojó que, para los distintos tipos de actor del sector CTE, no hay un solo enfoque para tal priorización, pues las alternativas principales tuvieron proporciones de respuesta muy cercanas entre sí, aunque casi la mitad se inclinó por dar mayor importancia y apoyo institucional a la divulgación relacionada con, o enfocada en, los grandes problemas nacionales. Esta postura implicaría la aplicación de estrategias de divulgación que incluyan no sólo datos y conocimientos científicos y tecnológicos, sino también que se enfocaran en trabajar en la construcción de una percepción informada de los temas y situaciones específicas, así como en la modificación de actitudes y valoraciones con base en las evidencias que aporta la ciencia (paradigma del “Entendimiento público de la ciencia”, según Bauer, Allum y Miller, 2007). En un segundo nivel de importancia situaron divulgar los temas que la población requiera o solicite (lo cual implica acciones de divulgación basadas en modelos contextuales y participativos de la comunicación de la ciencia), y la postura de apoyar la divulgación de todos los temas.

- Por tipo de actor, las propuestas de la divulgación que debe ser apoyadas prioritariamente se matizan un poco: los divulgadores de ciencia se inclinan por aquella en la cual el público marca la pauta de los temas que se le divulgarán, así como aquella que se refiera a los grandes problemas nacionales. En cambio, los investigadores consideran que es importante apoyar la divulgación de cualquier tema, además de la que se relacione con los grandes problemas nacionales. Por último, los tomadores institucionales de decisiones se inclinan claramente en el sentido de que se debe apoyar la comunicación de la ciencia que atienda los grandes problemas del país.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones generales

1. Los distintos tipos de actor del sector ciencia, tecnología y educación (divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones institucionales) (CTE), tienen una visión muy similar acerca de la cultura científica. Para ellos, en general, una persona científicamente culta es aquella que comprende el papel social de la ciencia y la tecnología, que aplica conocimientos científicos en su vida cotidiana, que distingue claramente lo que es científico de lo que no lo es, que comprende en términos generales el proceso de la ciencia y el quehacer de los científicos, y que cuenta con cierto bagaje de conocimientos sobre conceptos básicos de varias disciplinas.

Es destacable el alto nivel de coincidencia entre los actores del sector CTE en esta concepción multidimensional de la persona científicamente culta; asimismo, que los mayores énfasis relativos están en la comprensión del rol y el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual, y en la aplicación de conocimientos científicos para tomar decisiones y resolver problemas a nivel personal y social, lo cual se refiere a la apropiación de la ciencia y la tecnología en el pensar y actuar de las personas.

2. Los actores del sector ciencia, tecnología y educación, casi en su totalidad, consideran que el ciudadano necesita ser científicamente culto para entender el mundo actual y participar activamente en la sociedad contemporánea. Sin embargo, los ciudadanos, en su mayoría, creen que no necesitan la ciencia ni tener conocimientos científicos para vivir mejor.

Sin duda, esta enorme discordancia muestra, por una parte, la brecha entre las visiones de quienes hacen, promueven y comunican la ciencia, y quienes son los destinatarios potenciales de los productos del quehacer científico y su divulgación, y por otra parte, el contexto sociocultural tan claramente desfavorable en el cual se realiza el quehacer de divulgar la ciencia y la tecnología, por el desinterés y aun la desvaloración de la ciencia por gran parte de la ciudadanía, a lo que habría que añadir las limitadas y a veces adversas condiciones estructurales y funcionales para la divulgación (Patiño, Padilla y Massarani, 2017).

Si bien muchas personas, aun careciendo de una cultura científica básica, se desempeñan con éxito en su entorno profesional y personal, cabe considerar que podrían

acceder a mayores niveles de bienestar a partir de una cultura científica que les permita una comprensión adecuada de los fenómenos naturales y sociales, discriminar la información que no se basa en evidencias, tomar decisiones de manera informada y emprender acciones aprovechando los conocimientos científicos y las herramientas tecnológicas aplicables. Una cultura científica amplia podría permitirles, también, una toma de postura activa e informada ante las problemáticas sociales en que se encuentren inmersas y ante las oportunidades que se les presenten.

3. Los actores del sector CTE creen también que, para su desarrollo, la sociedad requiere de una ciudadanía científicamente culta, que no basta con que solamente los científicos lo sean. Así, consideran que los ciudadanos necesitan tener una cultura científica para vivir mejor en la sociedad actual y, al mismo tiempo, que la sociedad necesita que los ciudadanos la tengan para progresar.

Una vez más, surge la discrepancia entre la visión de divulgadores, científicos y tomadores de decisiones, por una parte, y la de la ciudadanía en general por otra. Esta brecha, que es lógico suponer está anclada en las percepciones, los valores y las diferencias culturales, puede representar un factor desfavorable para el equilibrado, armónico y justo desarrollo de la sociedad, para la calidad de vida de las personas y para la competitividad del país; además, podría estar contribuyendo a las reducidas vocaciones por el estudio de las ciencias y las carreras tecnológicas, así como a la prevalencia de las pseudociencias en la sociedad mexicana.

4. Una proporción significativa de los divulgadores, investigadores y tomadores de decisiones considera que los aspectos valorativos de la ciencia tienen un peso ligeramente mayor que los conocimientos en sí mismos o que las habilidades, como componentes de la cultura científica de los ciudadanos. Así, pareciera que saber muchas cosas (conceptos, hechos) no configura por sí solo la cultura científica de los ciudadanos. Ciertamente, un elemento de lo que se considera sería la cultura científica de la ciudadanía, es un cierto bagaje de conocimientos sobre conceptos básicos de varias disciplinas.

Aunado a lo anterior, en general y con un muy alto grado de acuerdo, los actores del sector mexicano de ciencia, tecnología y educación consideran que es conveniente que el ciudadano común conozca un conjunto específico de hechos y conceptos de ciencia y tecnología, y aunque no tan ampliamente, también la mayoría de ellos se inclina porque tal catálogo no sea universal (esto es, el mismo para todas las personas), sino que al menos en parte sea distinto para cada segmento de la ciudadanía, dependiendo del contexto de cada persona.

En la práctica, ese catálogo ha quedado implícitamente determinado —con las revisiones y actualizaciones pertinentes— por los temas, subtemas y conceptos a ser enseñados en los programas de estudio de cada grado y nivel educativo, establecidos por las autoridades rectoras de los sistemas educativos de los distintos países (incluido México). El catálogo será abordado, en mayor o menor medida, en los libros de texto oficiales. Al margen de esto, y asumiendo que se pudiera elabo-

rar un catálogo de conceptos, fenómenos y hechos explicados por la ciencia, que convendría que todas las personas conocieran y comprendieran, el asunto de *cuáles* deberían ser tales conceptos, hechos y fenómenos, podría implicar posturas difíciles de conciliar.

5. Los actores del sector de ciencia, tecnología y educación proponen una muy amplia variedad de temas y conceptos que deberían formar parte de la ciencia que los ciudadanos deberían conocer, que se podría considerar como alfabetismo científico. Entre tal variedad de temas, aquellos relacionados con el bienestar de las personas (salud, nutrición), y con el ecosistema planetario y su preservación (medio ambiente, desarrollo sostenible, cambio climático y energía), son los que consideran más importante que las personas debieran conocer. También consideran indispensables —en una proporción significativa de coincidencia— que en el conjunto de conceptos que todas las personas debieran conocer, se encuentren los de evolución y tecnologías de la información, así como los métodos que utiliza la ciencia.⁵⁰

Varios de esos temas prioritarios se refieren a problemáticas complejas que requieren un abordaje interdisciplinario (salud, medio ambiente, desarrollo sostenible, cambio climático, etc.), con un enfoque sistémico y con aportes tanto de las ciencias naturales como de las sociales.

En contraste, los temas de ciencia que los ciudadanos consideran necesarios en mayor medida para vivir mejor son, en orden decreciente de preferencias, aquellos que se relacionan con: tecnología, *gadgets* y electrónicos; medio ambiente, descubrimientos [científicos] en general, y medicina y ciencias de la salud. Por otra parte, hay diversos temas que los ciudadanos no consideran como ciencia pero que sí lo son (o que implican conocimientos científicos), los cuales mencionan entre sus necesidades de saberes para vivir mejor.

No obstante la discrepancia, ambos sectores de opinión (actores de CTE y ciudadanos) concuerdan en aquellos temas y conceptos que consideran prioritarios, relacionados con el medio ambiente y la salud, aunque en otros temas no la hay.

En resumen, hay una disparidad importante entre los temas que los actores del sistema de ciencia y tecnología consideran relevantes para las personas, y los temas que las personas consideran relevantes para sí mismas.

Otra disparidad importante es la relevancia que se otorga a los temas relacionados con las ciencias sociales, que no forman parte de las temáticas principales propuestas por los investigadores ni por los divulgadores encuestados, y que son mencionadas por una pequeña proporción de los tomadores de decisiones. En contraste, para varios de los segmentos de la ciudadanía, los temas de psicología, economía, finanzas, política y negocios son relevantes.

⁵⁰ Una tema interesante —que requeriría una investigación específica para el caso—, es saber si estos temas se encuentran o no entre los más divulgados en México.

En general, el factor que mueve a las personas a valorar la ciencia es la utilidad que para ellos pueda tener el conocimiento científico (tal vez porque le ven una aplicación en su vida); no hay consciencia de su valor cultural, y al valorar más la vertiente utilitaria de la ciencia aprecian más la tecnología.

6. Para las personas, en general, los conocimientos científicos son información que puede ser valiosa, pero al parecer son conocimientos que no se llegan a incorporar para comprender el mundo, para aplicarlos o para resolver situaciones de su vida; es decir, hay un bajo nivel de apropiación de la ciencia. Que el conocimiento científico se considere valioso es más una idea incorporada; esto es, un concepto aprendido sin tener una base en la experiencia personal. Una gran proporción de la ciudadanía urbana considera que no necesita saber algo de ciencia para vivir mejor. Este es un indicio de la débil cultura científica prevaleciente (principalmente en sus componentes axiológico y praxeológico) y, sobre todo, de la escasa relación que en el imaginario popular tiene la ciencia con el bienestar personal; pareciera que, en la percepción de una gran parte de la población, la ciencia no tiene mucho efecto en su vida y, por lo tanto, no le importa. Esta percepción es muy evidente, principalmente en los jóvenes estudiantes y los adultos mayores.
7. En general, los ciudadanos tienen una visión ambivalente de la ciencia, lo cual se evidencia en una percepción mayormente positiva, combinada con actitudes negativas hacia ella y sus efectos.

Aunque con distinto énfasis, según el segmento etario, ocupacional y de escolaridad, entre las principales ideas que representan la visión que la ciudadanía tienen de la ciencia, en general, se encuentran “ideas que pocos comprenden” e “información aburrida”, pero también están las de “conocimientos interesantes” y “la mejor manera de entender el mundo natural”. Asocian la ciencia a conceptos como “riqueza” y “progreso”, pero también a “desigualdad” y “deshumanización”. Es posible que esta visión ambivalente se deba a una postura crítica ante la ciencia y la tecnología (que considera los impactos tanto positivos como negativos de ellas), o bien a una percepción incorporada desde “lo que se dice” de la ciencia, pero sin referentes propios basados en la experiencia personal con la ciencia (es decir, una postura acrítica, que asume la valoración de otros). Resolver esta ambivalencia requiere de una investigación específica posterior, de tipo causal, así como la incorporación de herramientas cualitativas.

Es posible afirmar, entonces, que en la generalidad de la ciudadanía no se aprecia una incorporación de la ciencia en su sistema de creencias y actitudes, y menos aún en la disposición a asumir un comportamiento basado en la ciencia. La ciencia se percibe como algo distante, poco accesible y que en general tiene más connotaciones negativas en términos de riesgos y distanciamiento, en relación con los beneficio que puede aportar a las personas.

El desafío para los comunicadores de la ciencia está en una revisión profunda de los supuestos de los que parten para realizar su quehacer, de las nociones incor-

poradas que llevan a desconocer o a no dar el peso suficiente al sentido que los destinatarios le pueden dar a la ciencia en el marco de sus referentes culturales y de su contexto social. Por otra parte, el desafío para los educadores y promotores de la divulgación científica se encuentra también en asociarla con los problemas sociales significativos y urgentes para los diferentes sectores de la población.

8. Poco más de la mitad de la ciudadanía mexicana se declara no interesada en los temas de ciencia y tecnología, mientras la parte restante manifiesta interés en ellos; en este sentido, se puede hablar de una polarización de la sociedad mexicana. Para la generalidad de las personas resultan más atractivos los temas de política, salud, religión y espiritualidad, desarrollo personal y familiar, alimentación y nutrición, y seguridad pública, entre otros. La valoración de la ciencia y el interés en los temas de ciencia y tecnología se relaciona con el nivel de escolaridad de las personas: la apreciación se incrementa según aumenta el nivel de escolaridad, pero, si bien se encontró correlación, a partir de este estudio no es posible establecer una causalidad entre ambas variables.

Varios de los diversos motivos manifestados para tal desinterés están relacionados con factores culturales y con creencias que suelen estar muy arraigadas en los grupos sociales y en las personas, por lo cual se puede plantear que sería muy difícil revertir, sólo a través de la divulgación de la ciencia, el desinterés de esas personas, que equivalen a casi uno de cada cinco ciudadanos mexicanos.

Particularmente, el segmento ocupacional en el cual se manifiesta en mayor medida ese desinterés radical es el de quienes se dedican a labores del hogar. Esta es una situación muy desfavorable para la formación de una cultura científica en la población, ya que las madres y los padres son, por razones naturales, las personas más influyentes en la conformación tanto de las actitudes iniciales de la niñez ante el conocimiento científico, como del pensamiento crítico necesario para desarrollar una visión del mundo desde una perspectiva científica y de una cultura compatible con la ciencia.

En este sentido también es preocupante la proporción de estudiantes que manifiesta en forma radical su desinterés (uno de cada cinco); además, y probablemente por lo mismo, son un segmento que muestra valoraciones y actitudes mayormente negativas hacia la ciencia; son los actuales estudiantes que en un futuro no muy lejano participarán en forma decisiva en diversos campos e instancias de la dinámica socioeconómica, política y cultural del país.

9. Aunque es posible identificar varios propósitos de la divulgación de la ciencia y la tecnología, en general hay cierto consenso entre los actores del sector en el sentido de que la divulgación se debe orientar, principalmente, a contribuir al fortalecimiento de la cultura científica de la población y a comunicar al público los avances de la ciencia y la tecnología; también debe, aunque con menor prioridad, estimular la vocación por el estudio de carreras de ciencias y afines a ella, así como promover el apoyo social a la ciencia, y combatir las pseudociencias y la superstición.

La divulgación puede, también, complementar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en las escuelas, pero fundamentalmente debe fomentar la cultura científica en toda la población y no limitarse a ser simplemente “caja de resonancia” de los contenidos escolares. Este enfoque implica promover que los conocimientos y habilidades, derivados de la ciencia y la tecnología, sean usados por las personas en su vida cotidiana. Asimismo, además de enfocarse en comunicar conceptos, hechos y fenómenos, la divulgación debe enfocarse también en estimular la apropiación social de la ciencia y la tecnología, en propiciar su entendimiento y su valoración en la sociedad, así como en comunicar tanto los métodos de la ciencia como la naturaleza del quehacer científico.

10. La mayoría de los distintos tipos de actor del sector ciencia, tecnología y educación considera que se deben establecer criterios que prioricen el apoyo gubernamental y la asignación de recursos institucionales para las acciones de divulgación de la ciencia y la tecnología. Desafortunadamente no hay consenso entre esos actores para la aplicación de esos criterios: la proporción de las opiniones expresadas son similares, dentro de un rango reducido, aunque predomina la postura de que se apoye prioritariamente la divulgación relacionada con los grandes problemas nacionales. Esta posición implica el despliegue de estrategias de divulgación que incluyan no sólo hechos y conocimientos científicos y tecnológicos, sino que, además, se enfoquen en la construcción de una opinión informada sobre temas y situaciones específicas relacionadas con esos grandes problemas nacionales, en lo que se refiera a ciencia y tecnología, así como en la modificación de actitudes y valoraciones con base en las evidencias que aporta la ciencia en relación con ellos. Otro criterio favorecido fue el de apoyar las acciones y programas de divulgación que se enfoquen en lo que la población destinataria demande o necesite, lo cual apunta a que en la práctica divulgativa se apliquen los modelos contextuales y participativos de la comunicación de la ciencia.

Recomendaciones

Sobre la divulgación

1. En el conjunto de la ciudadanía encuestada no se aprecia, en general, una incorporación de la ciencia en su sistema de creencias y actitudes, y menos aún en la disposición a un comportamiento basado en la ciencia; perciben a esta como algo distante, poco accesible y que, en general, tiene más connotaciones negativas en términos de riesgos, que beneficios para las personas.

En este sentido, el desafío para los comunicadores de la ciencia se relaciona con la necesidad de una revisión profunda de los paradigmas de los que parten para realizar su quehacer, así como de las nociones incorporadas que llevan a desconocer, o a no dar el peso suficiente, al sentido que los destinatarios pueden dar a la ciencia, en el marco de sus referentes culturales y contextos sociales. Por otra parte, el desafío para los educadores y promotores de la divulgación científica reside, también, en procurar que ella se relacione con los problemas sociales significativos y urgentes para los diversos sectores de la población.

Conviene, entonces, que los divulgadores revisen los supuestos desde los cuales se definen los “qué” (temas y contenidos de divulgación) y los “cómo” (diseño de los servicios, programas y productos de divulgación), considerando las ideas, actitudes, valoración y percepción que los diversos segmentos de la ciudadanía tienen sobre la ciencia y, especialmente, los temas que esos segmentos plantean como de su interés.

2. Es pertinente reconsiderar los objetivos de la divulgación (a nivel macro, como campo, y a nivel micro, de cada acción de divulgación) para incorporar aquello que se considera importante en la construcción de una cultura científica; es decir, no limitarse sólo a divulgar conceptos y fenómenos (alfabetismo científico) con base en datos, hechos, teorías, etc., sino también a integrar elementos que impacten hacia una mayor comprensión sobre el quehacer de la ciencia, hacia una valoración informada y una actitud crítica acerca de lo que se comunica, así como informar y comentar sobre las aplicaciones prácticas de ese conocimiento. Todo lo anterior apunta a una labor que permita allanar el camino a la construcción de una cultura científica crítica en la ciudadanía, y a la promoción de la apropiación social de la ciencia y la tecnología.
3. Es conveniente trabajar estrategias específicas para ampliar la comprensión pública del quehacer científico y de los métodos de la ciencia, con la finalidad de atender la necesidad de que este conocimiento forme parte de la cultura científica de toda la población.
4. Un apunte importante para los divulgadores es la pertinencia de que la divulgación tenga un enfoque contextual; es decir, que tenga en cuenta las características, las condiciones de vida, los conocimientos previos y las necesidades e intereses de las personas a quienes se dirigen sus acciones de comunicación de la ciencia y la tecnología. Un enfoque contextual requiere de un esfuerzo indispensable por parte de los divulgadores por conocer a sus públicos (perfiles, preferencias, ideas previas de los temas, etc.).

Más conveniente aun, es la organización de una divulgación realmente participativa, en la cual la determinación de contenidos de las acciones específicas de divulgación se realice, en lo posible y pertinente, en conjunto con los públicos destinatarios.

5. En relación con los temas de divulgación:
 - Los temas de *gadgets* y tecnología pueden ser una buena puerta de entrada cuando no se conoce el público, o cuando se prevé un público desinteresado, ya que esos temas son los de mayor relevancia para prácticamente todos los segmentos de la ciudadanía.
 - Los temas de medio ambiente, descubrimientos recientes, salud, y economía y finanzas están en posiciones de alto y de moderado interés para la mayoría de

segmentos poblacionales, y son por tanto temas que también pueden catalizar la atracción de públicos hacia la divulgación.

- Dadas las opiniones de la mayoría de los actores del sector de ciencia, tecnología y educación al respecto, se recomienda seguir atendiendo desde la divulgación los grandes problemas nacionales, aunque no de manera exclusiva.

Perspectivas de investigación

1. Los autores sugieren la realización de un estudio que permita identificar las causas de la visión ambivalente de la ciencia que manifiesta la ciudadanía: ¿se debe a una postura crítica, acrítica (no se comprende lo que es la ciencia y sus impactos reales) o a otras causas?
2. Del proyecto de investigación realizado, cuya naturaleza y resultados contiene el presente documento, surgen elementos derivados que hacen evidente la pertinencia y necesidad de que se lleve a cabo una investigación más profunda, de tipo cualitativo, sobre la percepción de la ciencia en diferentes grupos sociales. Adicional a la profundización en distintos segmentos urbanos, se considera muy pertinente la realización de un estudio enfocado en poblaciones rurales.
3. Se sugiere, también, una investigación centrada en los públicos, con el objetivo de detectar perfiles, intereses, contextos, necesidades y recursos, pensando en la conveniencia de contar con elementos para una comunicación contextual y participativa de la ciencia.
4. Dada la inconsistencia detectada en el segmento de docentes en cuanto al predominio de opiniones negativas relativas a la ciencia como sistema de conocimiento, con sus actitudes y representaciones de ella, y al mismo tiempo con un interés mayoritario por temas de ciencia, tecnología y afines, se considera conveniente la realización de una investigación que se enfoque en averiguar cuál es la percepción, el interés y la actitud predominante en los docentes con respecto a la ciencia.
5. Por último, podría ser de interés un estudio relativo a qué divulgación de la ciencia es posible en las condiciones tan desfavorables en las que se realiza en México (pocos recursos institucionales en cuanto a personal, organizacionales, financieros, de equipamiento, etc.).

Fuentes y referencias

- Asch, S. (1946). *La percepción*. Madrid: UNED.
- Azôcar, R.E. (2009). Definición de ciencia. Disponible en: <https://ramneazcara.blogspot.com/2009/01/definicin-de-ciencia.html>
- Bauer, M.W., Allum, N. y Miller, S. (2007). What can we learn from 25-years of PUS research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science* 16(1), pp. 79-95.
- Bauer, M.W. (2012). Science Culture and Its Indicators. *Science Communication in the World*. Dordrecht, Holanda: Springer, pp. 295-312.
- Baddi, M.H., Castillo, J. y Guillén, A. (2008). Tamaño óptimo de muestra. *InnOvaciOnes de NegOciOs* 5(1), pp. 53-65, 2008. UANL.
- Berger, P.L. y Luckman, T. (2008). *La construcción social del conocimiento*. 1e. 21ª reim-
presión. Buenos Aires, Argentina: Ed. Amorrortu.
- Bonfil, M. (2006). *Comunicación de la ciencia*. (Apuntes de curso-taller “Redacción de textos de divulgación de ciencia y tecnología”). Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.
- Bunge, M. (1998). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte.
- Cámara Hurtado, M. y López Cerezo, J.A. (2007). Dimensiones de la cultura científica. *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España: 2006*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT). pp. 39-64.
- Cámara Hurtado, M. y López Cerezo, J.A. (2008). Dimensiones políticas de la cultura científica. En: J.A. López Cerezo y F.J. Gómez González (Eds.). *Apropiación social de la ciencia*. Madrid, España: Biblioteca Nueva, pp. 63-90.
- CGEE (2017). *A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros. Percepção Pública da C&T no Brasil 2015*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

- CONACYT (2014). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación México 2013*. Ciudad de México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- CONACYT (2016). *Informe del Estado General de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación México 2015*. México, D.F.; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- CONACYT (2017). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación. México 2017*. Ciudad de México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- CONACYT (2018). *Encuesta Nacional de Percepción de la Ciencia y la Tecnología en México 2017*. Ciudad de México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- CONACYT (2019). *S.N.I. Padrón de investigadores vigentes a enero 2019*. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/estadisticas-basicas> [Consultado el 28 de febrero de 2019].
- Daza, S. y Arboleda, T. (2007). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia_ ¿Políticas para la democratización del conocimiento? *Signo y Pensamiento* 50, Vol. XXVI, enero-junio 2007.
- DNIC (2015). *Cuarta encuesta nacional de percepción pública de la ciencia. La evolución de la percepción pública de la ciencia y la tecnología en Argentina 2003-2015*. Buenos Aires: Dirección Nacional de Información Científica.
- Durant, J.R. (1993). What is scientific literacy? En: J.R. Durant y J. Gregory, eds. *Science and culture in Europe*. London: Science Museum, pp. 129-137.
- Eagly, A.H. y Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Fort Worth, TX: Harcourt, Brace y Janovich.
- Fara, P., (2014). ¿Qué es la ciencia? Confusiones de una historiadora. En: MONOGRÁFICO. *MÈTODE Science Studies Journal*. Universitat de València, pp. 45-49.
- FECYT (2018). *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2018*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Fuentes J., Isabel y Casados de Otola, S. (2004). *Percepción social de la ciencia*. Madrid, España: Ed. UNED/Academia Europea de Ciencias y Artes.
- García, M.C. (2010). Percepción pública de la ciencia: ¿Qué ciencia?; ¿Qué público? Una aproximación al impacto de los enfoques etnográficos en los estudios de percepción pública de la ciencia. Belo Horizonte. *Ensaio*, vol. 12, N° 1, pp. 159-170. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00159.pdf>

- Gascoigne, T. (2016). How much science does a citizen need? *Australasian Science*. Disponible en: <http://www.australasianscience.com.au/article/issue-november-2016/how-much-science-does-citizen-need.html>
- Godin, B. y Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9: 43. Sage Publications.
- Gutiérrez, A.S. (2019). *La experiencia DETAC en la constitución de acuerdos sociales. La relación entre comunicación pública de la ciencia y prácticas de actoría social desde una aproximación subjetiva*. Tesis de maestría. ITESO Guadalajara.
- Heredia, C.R. (2012). *Percepción social de la ciencia y la tecnología en Costa Rica. Resumen ejecutivo*. Universidad Nacional – Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO).
- Herrera-Lima, S. (2016). Comunicación pública de la ciencia en problemáticas sociales: proyectos de comunicación intercultural. *Comunicar ciencia en México. Tendencias y narrativas*. Guadalajara: ITESO, pp. 112-115.
- Holzner, B., Dunn, W. y Shahidullah, M. (1987). An Accounting Scheme for Designing Science impact Indicators. *Knowledge*, Tomo 9, Nº 2.
- INEGI (2015). Encuesta Intercensal 2015. *Cuéntame*. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/default.aspx?tema=me>
- Jenkins, E.W. (1994). Scientific literacy. En: T. Husen y T.N. Postlethwaite, eds. *The International Encyclopedia of Education* (Volumen 9, 2a. ed. Oxford, U.K.: Pergamon Press.
- Laspra, B. (2016). *Concepto y dimensiones de la cultura científica. Una revisión crítica de los paradigmas en Comprensión Pública de la Ciencia*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo, España.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education* (84), pp. 71-94.
- Loaiza, C. (2003). En el centro de la cultura, la ciencia. *Conversus*, Junio-Julio 2003. México, DF.
- López Cerezo, J.A. y Cámara Hurtado, M. (2007). Scientific Culture and Social Appropriation of the Science. *Social Epistemology* 21(1), pp. 69-81. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02691720601125522>
- Manassero, Ma. Antonia, Vázquez, A. y Acevedo J.A. (s/f). *Opiniones sobre la influencia de la ciencia en la cultura*, Sala de lectura CTS+I. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo17.htm#1a>

- Marino, E. et al. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Ciencia y la Cultura (OEI).
- Márquez, E. (2010). *Percepción social de la ciencia de un grupo de adolescentes de la Ciudad de México*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, E. y Flores, J. (Compiladores) (1997). Alfabetismo científico. En: *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*. México, DF: Ed. FCE., UNESCO y Red Pop.
- Martínez C. (2015). *Estadística y Muestreo*, 13a. ed. Bogotá: Ecoediciones.
- Morales, M. et al. (1999). *Psicología social*, 2a. ed. Madrid: McGraw-Hill.
- Mosterín, J. (2007). *El lugar de la cultura*. Conferencia. Disponible en: <https://www.march.es/conferencias/anteriores/voz.aspx?p0=1588>
- Moya, M. (1999). Percepción de las personas. *Psicología Social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Muñoz, E. (2002). *La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología*. [pdf]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/1503/1/dt-0207.pdf>
- Olivé, León (2011). La apropiación social de la ciencia y la tecnología. En: T. Pérez B. y M. Loano B., eds. *Ciencia, Tecnología y Democracia. Reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento*. Disponible en: <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/248/217.%20ciencia-tecnologia-democracia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Padilla, J. y Patiño, M.D.L. (2011). *Investigación y análisis sobre la cultura y la percepción pública de la ciencia y la tecnología en Michoacán*. Reporte técnico de investigación realizado por Sistémica Grupo Consultor, S.C./Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán (COECYT). Morelia, Mich., México.
- Padilla, J. y Patiño, M.D.L. (2014). *Comunicación pública y apropiación social de la ciencia y la tecnología*. Apuntes en *Power-Point*.
- Padilla, J. y Patiño M.D.L. (2015). Del alfabetismo científico a la apropiación social de la ciencia y la tecnología. *Memorias del Coloquio Cultura Científica y Museos*. Ciudad de México: DGDC-UNAM/Red Pop/SOMEDICYT/UNESCO/AMMCCYT/CNPq Brasil/Educación Continua UNAM.
- Padilla, J. y Patiño, M.L. (2019a). *Comunicación pública y apropiación social de la ciencia y la tecnología*. Apuntes en *Power-Point* para el taller impartido en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Padilla, J. y Patiño M.L. (2019b). *Comunicación pública de la ciencia y cultura científica*. Presentación en *Power-Point*. IV Coloquio de Divisiones Profesionales de la SOMEDICYT, Pachuca, Hidalgo.
- Pallares, E. (2000). *Perfil de la cultura contemporánea*. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Parales, C.J. y Vizcaíno, M. (2007). Las relaciones entre actitudes y representaciones sociales: Elementos para una integración conceptual. *Revista Latinoamericana de Psicología*, Vol. 39, N° 2, pp. 351-361.
- Patiño, M.D.L. y Padilla, J. (2013). *Alfabetismo, cultura y apropiación social de la ciencia y la tecnología*. Ponencia en *Power-Point*. XIII Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe y XIX Congreso Nacional de la Ciencia y la Técnica SOMEDICYT. Zacatecas, Zac., México.
- Patiño, M.D.L. y Padilla, J. (2016). *Evaluación del impacto de las acciones de divulgación de la ciencia y la tecnología en el estado de Hidalgo*. Reporte técnico. Proyecto realizado por Fibonacci Innovación y Cultura Científica, A.C., auspiciado por el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Hidalgo (CITNOVA). Pachuca, Hidalgo.
- Patiño, M.L., Padilla, J. y Massarani, L. (2017). *Diagnóstico de la divulgación de la ciencia en América Latina: Una mirada a la práctica en el campo*. Red para la Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe. León, México: Fibonacci Innovación y Cultura Científica, A.C.
- Polino, C., Fazio, M.E. y Vaccarezza, L. (2003). *Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales (5)*. [en línea]. Disponible en: <http://www.oei.es/revistactsi/numero5/articulo1.htm>
- Popper, Karl (1934). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Real Academia Española (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Disponible en: <https://dle.rae.es/ciencia?m=form> [Consultado el 4 de octubre de 2019].
- Riffo, I. (2016). Una reflexión para la comprensión de los imaginarios sociales. COMUNICACIÓN, *Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, Vol. 7, N° 1. Sagan, C. (1997). *El mundo y sus demonios*. Barcelona: Editorial Planeta.
- Sánchez Mora, A.M. (2011). *La divulgación de la ciencia como literatura*. Ciudad de México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.
- Tagüeña, J. (2008). ¿El sur visto desde el norte? En: N. Botinelli y R. Giamello, eds. comp. *Ciencia, Tecnología y Vida Cotidiana. Reflexiones y Propuestas del Nudo Sur de la Red Pop*. Montevideo: Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe.

Thompson, J.B. (1993). *Ideología y cultura moderna*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

UNESCO (2020). *La ciencia al servicio de la sociedad*. Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/ciencia-al-servicio-sociedad> [Consultado el 3 de febrero de 2020].

Vogt, C. y Polino, C. (organizadores) (2003). *Percepção Pública da Ciência-Resultados da Pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. Campinas, SP, Brasil: UNICAMP-FAPESP.

Wagensberg, J. (2001). Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Cuaderno Central* N°55, pp. 22-23.

Wilson, E.O. (1999). *The natural sciences. Consilience: The Unity of Knowledge* (Reprint ed.). New York, N.Y.: Vintage. pp. 49-71.

Sobre los autores

Jorge Padilla González del Castillo

Ingeniero Químico por la UNAM, con posgrados en Planeación y Sistemas (Universidad Iberoamericana-León) y en Innovación (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey). Trabajó por 14 años en la industria química y de procesos en puestos gerenciales de diversas áreas. Docente universitario durante 35 años en diversas materias de licenciaturas, diplomados y posgrados. A lo largo de 15 años ocupó los cargos de Director General de Planeación, Director General Académico y Director de Vinculación en la Universidad Iberoamericana-León. Ha sido consultor de organizaciones públicas y privadas a lo largo de 44 años; entre ellas, el CONACYT, varios consejos estatales de ciencia y tecnología, universidades, patronatos y empresas con diversos giros. Asimismo, ha desarrollado su labor en distintos campos, como planeación estratégica, diseño de sistemas de evaluación de la gestión, cultura científica, programas de divulgación de ciencia y tecnología, y proyectos de museos interactivos de ciencias en México, Brasil, Chile y Colombia.

Desde 1994 incursionó profesionalmente como líder y/o participante en proyectos de museografía interactiva, espacios de educación no formal y cultura digital, diagnósticos y programas de divulgación de la ciencia, evaluación de la comunicación pública de la ciencia, e investigaciones sobre cultura científica y apropiación social de la ciencia y la tecnología. Bajo su dirección a lo largo de 15 años, el Centro de Ciencias Explora obtuvo el Premio Latinoamericano de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe, los años 2001 y 2007.

Fue cofundador, vicepresidente y presidente de la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología; coordinador del Nodo Norte de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe; presidente de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), y representante de la red latinoamericana en el Comité Internacional de Centros de Ciencias.

Es socio titular de la SOMEDICYT y de la red *Public Communication of Science and Technology*, y presidente y socio consultor de Fibonacci-Innovación y Cultura Científica, A.C.

Ma. de Lourdes Patiño Barba

Desde 1996 se dedica a la comunicación pública de la ciencia, principalmente en el diseño de salas y exposiciones interactivas de material educativo, y en el diseño, conducción y evaluación de programas de divulgación y educación no formal para diversos segmentos de la población. Licenciada en Psicología (Universidad de Guanajuato), con Maestría en Psicología Clínica (Círculo de Estudios en Psicología Profunda) y en Innovación (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey). Ha cursado diplomados en Evaluación Educativa (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y en Relaciones de Género (Centro de Investigación y Estudios de Género de la UNAM), entre otros.

Entre 1997 y 2010 fue directora de los Centros del Saber y de Servicios Educativos, del Centro de Ciencias Explora. Durante su gestión este centro fue reconocido en dos ocasiones con el Premio Latinoamericano de Popularización de Ciencia y Tecnología (Red Pop-UNESCO) por sus programas educativos y de divulgación. La exposición interactiva “¿Qué onda con el Sida?”, cuya conceptualización y desarrollo educativo estuvieron a su cargo, fue reconocida en 2001 por el CONASIDA como una de las mejores prácticas en la lucha contra el SIDA en México.

Cuenta con una larga trayectoria en la formación y capacitación especializada de divulgadores en varios estados de la República Mexicana. Ha sido investigadora en varios estudios sobre cultura y apropiación social de la ciencia, sobre impacto de programas de enseñanza de la ciencia y sobre el impacto de la divulgación de ciencia en varios estados de México. Coordinadora de los proyectos de elaboración de los Programas Estatales de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología de Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Aguascalientes. Lideró el Diagnóstico de la divulgación de la Ciencia y la Tecnología en América Latina, auspiciado por la Red Pop, la UNESCO y otras organizaciones.

Coordinadora y coautora de diversos libros sobre comunicación pública de la ciencia. Creadora y coordinadora de la colección de libros sobre la comunicación pública de la ciencia *Gradiente*, de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICYT), de la cual fue presidenta de 2018 a 2020.

Es miembro de la red internacional Public Communication of Science and Technology (PCST), socia titular de la SOMEDICYT, socia fundadora e integrante del primer Consejo Directivo de la Red Estatal de Divulgación y Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología de Guanajuato, y socia fundadora de Fibonacci • Innovación y Cultura Científica, A.C., institución en la cual labora actualmente.

Dra. Susana Herrera Lima

Profesora-investigadora del Departamento de Estudios Socioculturales del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). Doctora en Estudios Científico Sociales, en el área de Comunicación, Cultura y Sociedad, y maestra en Comunicación de la Ciencia y la Cultura por el ITESO. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II. Profesora numeraria del ITESO. Sus líneas de investigación se sitúan en la intersección entre comunicación pública de la ciencia, centrada en problemáticas sociales, y la comunicación de problemas socioambientales. Desarrolla y coordina proyectos de comunicación pública de la ciencia sobre problemas socioambientales con participación ciudadana, en el Área Metropolitana de Guadalajara y el estado de Jalisco. Coordinadora del área de investigación del Observatorio de comunicación y cultura ETIUS del Departamento de Estudios Socioculturales. Docente y tutora en la Maestría en Comunicación de la Ciencia y la Cultura, y en el Doctorado en Estudios Científico-Sociales; asimismo, colabora y asesora en el Proyecto de Aplicación Profesional “Comciencia” del ITESO.

Coordinadora del proyecto de investigación interdisciplinario e interinstitucional “Violación a derechos humanos en situación de crisis sociohídrica. El caso de Mezcala de la Asunción y San Pedro Itzcián, en el municipio de Poncitlán, Jalisco”, desarrollado en conjunto con la Universidad de California en Berkeley.

Fundadora y coordinadora de la colección de libros *De la academia al espacio público. Comunicar ciencia en México* (ITESO), con cuatro volúmenes publicados. Fundadora y coordinadora del comité científico de la revista de divulgación de ciencias sociales *Clavigero. Comunidades y saberes*. Ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales, capítulos de libros, así como un libro de autoría individual; coordinadora y coautora en publicaciones internacionales.

Ha impartido cursos, seminarios y conferencias en universidades, museos y centros de comunicación de la ciencia.

Es miembro de las redes internacionales: *Public Communication of Science and Technology* (PCST), *International Environmental Communication Association* (IECA), *Red Waterlat*; y de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), de la que fue vicepresidenta. Miembro del *Advisory Board* de la revista JCOM AL y de diversos comités editoriales de revistas especializadas en comunicación y en comunicación de la ciencia, nacionales e internacionales.