



Comunicación del conocimiento científico

Mario Víctor Vázquez
Profesor Instituto de Química

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Medellín, Antioquia, Colombia
2025

Cita	(Vázquez, 2025)
Referencia	Vázquez, M. V. (2025). <i>Comunicación del conocimiento científico</i> . Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. El autor asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedicado a todas y todos quienes integran, e integraron, el Colectivo Quimikomedias. Inquietos estudiantes entonces, reconocidos profesionales actualmente; con quienes iniciamos hace 14 años el apasionante aprendizaje de comunicar ciencia con humor.

Tabla de contenido

Introducción	8
1. Comunicación al interior de la comunidad científica	18
1.1 Elaboración de publicaciones científicas	19
1.2 Presentaciones en congresos	22
1.3 Presentación de datos científicos ante un jurado.....	26
1.3.1 Escritura del proyecto.....	26
1.3.2 Defensa de trabajos científicos.....	28
2. Comunicación pública de la ciencia	43
2.1 ¿Necesidad u obligación?.....	44
2.2 ¿Quiénes deberían comunicar ciencia a la sociedad?.....	46
2.3 ¿Por qué las pseudociencias son tan atractivas? ¿Es una situación actual?	47
2.4 Preguntas claves que se deberían responder para elaborar una adecuada estrategia de comunicación	49
2.5 ¿Todo se debe divulgar?.....	51
2.6 Relevancia del conocimiento ancestral y el diálogo de saberes.....	52
2.7 Transmisión oral del conocimiento	56
2.8 Necesidad de indicadores	56
2.9 Influencia de las redes sociales	57
2.10 De sesgos y falacias.....	62
2.11 Acciones sugeridas	64
2.12 Elaboración de un plan de comunicación científica.....	66
3. Herramientas para la divulgación científica	70
3.1 El humor como herramienta de comunicación.....	70
3.1.1 El humor en literatura científica.....	73

3.1.2	La ironía para combatir las pseudociencias.....	74
3.2	Revistas de divulgación científica	74
3.3	Escribir para divulgar	75
3.3.1	Columnas de opinión.....	76
3.3.2	Artículos de divulgación	76
3.4	Producción sonora	78
3.4.1	Radio	79
3.4.2	Podcast	80
3.5	Producción audiovisual	81
3.6	Actividades presenciales con investigadores	82
3.7	Monólogos científicos	83
3.8	Elaboración de guiones	84
4.	Algunos desafíos para la divulgación científica desde la química	87
4.1	Bondades de los productos naturales	87
4.2	Producción artesanal de “Helio”	89
4.3	Procesos o productos “amigables” ambiente	90
4.4	Bondades de lo Orgánico y lo ‘libre de químicos’	92
4.5	El atractivo del hidrógeno	95
4.6	Movimiento antivacunas	98
4.7	Negación del calentamiento global	103
4.8	Manejo de las estadísticas	107
5.	A modo de conclusiones	110
	Referencias	116
	Anexo 1. Encuesta post	124
	Anexo 2: Encuesta Percepción de la Ciencia	126

Anexo 3. Infografía sobre desinformación.....	131
Anexo 4: Ejemplo lista de control para plan de divulgación	132

Lista de figuras

Figura 1 La sociedad no siempre presta atención a los científicos	12
Figura 2 Los terraplanistas	13
Figura 3 Representación de tipos de revistas científicas. A: indexadas, B: acceso abierto, C: depredadoras	21
Figura 4 El expositor	29
Figura 5 Actores en la presentación	32
Figura 6 Interacción de la presentación con el jurado	32
Figura 7 Interacción del expositor con la presentación.....	33
Figura 8 Interacción del expositor con el jurado.....	33
Figura 9 Interacciones recomendadas	34
Figura 10 Distintos tipos de jurados	40
Figura 11 El atractivo de las pseudociencias	49
Figura 12 Información científica en un “tsunami” de información en redes	58
Figura 13 A: Desinformación, B: Malinformación, C: Desinformación	61
Figura 14 Volante Empleado	67
Figura 15 Curva “Palo de Hockey”	68
Figura 16 Humor y científicos	71
Figura 17 Crunkly Uncle.....	72
Figura 18 Composición química del huevo	95
Figura 19 Los “colores” del hidrógeno	97
Figura 20 La importancia de las vacunas	101
Figura 21 Calentamiento global	106
Figura 22 Los científicos y el pedestal.....	112
Figura 23 Los Dino-negacionistas	115

Introducción

En el año 2020 se vivió un suceso sin precedentes en la humanidad con relación a la comunicación científica. Por primera vez la población mundial era afectada por una epidemia en presencia de redes sociales. Fue entonces que tomaron relevancia inmediata una serie de conceptos, algunos nunca antes definidos, que se incorporaron al vocabulario de la sociedad. Al mismo tiempo comenzaron a tomar forma diversas teorías conspirativas, así como insólitas propuestas para evitar contagios o para eliminar el, ahora por todos conocido, virus Sars-CoV-2 (por coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave de tipo 2). A lo anterior se sumó que la información sobre distintos desarrollos conducentes a disponer vacunas para proteger a la población del coronavirus se hizo accesible a una sociedad no necesariamente formada en ciencias. Nuevamente esto vino acompañado por distinto grado de confianza dependiendo el laboratorio de origen y, como era de prever, se intensificaron las justificaciones enarboladas por el sector conocido como “antivacunas”.

Analizando ahora a la distancia se podría concluir que muchos conceptos, hasta entonces ajenos a la sociedad, como apropiación social del conocimiento, divulgación científica, comunicación de la ciencia, entre otros; cobraron relevancia inmediata y como humanidad tuvimos una verdadera y dramática clase práctica sobre la necesidad de abordar estas acciones las que hasta ahora solo eran objeto de reflexión dentro de comunidades restringidas. Fue así que aquella afectación mundial de salud pública puso en evidencia la necesidad de reflexionar sobre estos aspectos de comunicación de la ciencia.

En años recientes también se viviría una situación algo similar ante la problemática del calentamiento global y sus consecuencias.

Teniendo en cuenta que se trata de un amplio campo de reflexión se hace necesario aclarar que para el desarrollo de todo este documento se identifica como “conocimiento científico” a aquel generado en espacios académicos, universidades, centros de investigación, etc. Para contextualizar el enfoque de este documento resulta interesante hacer un breve repaso histórico sobre la manera en que los conocimientos científicos circulaban en la antigüedad.

Pasar del conocimiento individual a ser socializado, al principio en una comunidad muy reducida, dependía fuertemente de la posibilidad de dejar por escrito las distintas ideas, a veces en lenguajes cifrados como en el caso de los alquimistas, y cuidando en manos de quien quedaba esa información. Esto último no era particularmente un problema teniendo en cuenta que la mayoría de la población era analfabeta y el conocimiento circulaba en una reducida comunidad. Para el año

1440, con la aparición de la imprenta, se facilitaría de gran manera la posibilidad de contar con documentos escritos al alcance de una población mayor. Este trascendental avance no condujo inmediatamente a un acceso público de la información científica ya que a la par del material impreso surgieron las primeras restricciones (Barrio Alonso, 2008).

Otro punto importante de cara a la facilidad con que el conocimiento científico circulaba era la lengua en la que se volcaba a esos textos. En ese sentido aquel lenguaje científico era el latín, especialmente en Europa occidental desde fines de la época medieval hasta mitad del siglo VII, para compartir posteriormente con otros idiomas, tales como el francés, alemán, italiano y el inglés, el modo de transmitir la información dentro de las cerradas comunidades de científicos.

Lo anterior describe la situación histórica en Europa occidental. Situaciones diferentes se tuvieron cuando se trataba de incorporar conocimientos científicos externos al continente europeo, especialmente el originado en el lejano oriente, el medio oriente y en los pueblos precolombinos. En todos los casos fue necesario traducir esos conocimientos para luego ser incorporados en las comunidades científicas (Poskett, 2022).

Se identifica entonces la importancia de contar con información escrita, en un lenguaje comprensible por la comunidad científica del momento. La circulación de la información excluía a la sociedad externa a esos los generadores de ese conocimiento. Sociedad por tanto ignorante de cualquier desarrollo científico.

Tuvieron que pasar muchos años para comenzar a modificar esta situación. La posibilidad contar con una población con mayor acceso a la educación, y con el aporte de comunicadores especializados, permiten generar el interés en cuestiones científicas, información que era posible consultar en bibliotecas.

En aquellos tiempos la brecha existente entre los sitios de producción del conocimiento y la sociedad no especializada provocaba que la información científica a la que se podía acceder dependía de la actividad de intermediarios, a veces en varias etapas, que provocaban que no siempre el conocimiento transmitido llegara con el nivel de profundidad con que había iniciado ese trayecto. Algo así como el juego del “teléfono descompuesto” aplicado en ciencia.

Este panorama cambiaría de manera radical para el año 1990 cuando hace aparición la red informática mundial, es decir Internet. A diferencia de los años previos ahora la sociedad puede acceder a bibliotecas virtualmente infinitas, al menos considerando la imposibilidad de poder visualizar todo el contenido disponible en su limitado tiempo de vida como humano.

Del mismo modo que contar con la imprenta no provocó que la información llegara de manera directa al público en general, el disponer de acceso global a esta red lamentablemente no modificó totalmente la brecha existente entre los generadores del conocimiento científico y la sociedad externa a estos centros. Por esta razón la mayor parte del conocimiento científico siguió circulando al interior de la comunidad de investigadores sin que la sociedad tuviera acceso a la misma.

Resulta pertinente aclarar en este momento que cada vez que mencionemos la palabra *sociedad* se hace referencia un grupo de ciudadanos que no tienen ningún tipo de vinculación con el sector académico o centros de investigación donde se genera el conocimiento científico, y que los conceptos sobre ciencia que maneja se limitan a los que pudiera haber recibido en su formación básica.

El distanciamiento entre ambos sectores, el académico y la sociedad, comenzó a disminuir en la medida que se fue tomando consciencia de la necesidad, o más bien la obligación, de emprender acciones tendientes a democratizar el conocimiento y transmitirlo a la sociedad. Esto se reconoce, por ejemplo, en los objetivos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), donde se destaca la acción con relación a la “cooperación internacional en materia de educación, ciencias, cultura, comunicación e información” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], s.f.). Con lo anterior se pretende contribuir a la consolidación de la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural.

Es así como el término *apropiación social del conocimiento* comienza a hacerse familiar en los últimos tiempos como un problema de redistribución del conocimiento (Barrio Alonso, 2008).

Con relación a la actitud de los generadores de conocimiento científico, históricamente se pueden distinguir tres momentos diferentes frente a la comunicación pública de la ciencia:

- Una primera etapa donde había una total desconexión entre lo que se realizaba al interior de la comunidad científica y la sociedad que les rodeaba. No se consideraba lógico intentar establecer cualquier diálogo entre ambas partes
- A medida que se comienza a crear conciencia sobre la importancia de la comunicación, algunos científicos consideran necesario este diálogo, a los que se suman otros a quienes se les exige el mismo para realizar sus labores de investigación. En este momento se

plantea una transmisión unidireccional, replicando los mismos recursos empleados para transmitir el conocimiento dentro de la comunidad de pares. Se asume por tanto que es la sociedad quien debe realizar el esfuerzo por comprender el mensaje.

- Por último, una etapa donde la intención de comunicar ciencia está contemplado y aceptado como una obligación de los investigadores, quienes intentan modificar su lenguaje habitual para hacer más comprensible la información, pero se enfrentan a la realidad que implica comunicar ciencia a una sociedad acostumbrada a recibir noticias de manera continua, resumida, espectacular y de corta permanencia en el tiempo. Aspectos todos que favorecen la malinterpretación del mensaje.

Mencionábamos antes que tener la posibilidad de acceder a una enorme cantidad de información disponible en internet no fue suficiente para reducir la brecha existente entre la comunidad científica y la sociedad externa. Esta situación se logra enfrentar cuando se plantea el uso de recursos informáticos en el campo de la educación principalmente, de este modo hacen su aparición las Tecnologías de la información y la comunicación, TIC. Estos recursos se definen en Colombia, de acuerdo con el artículo 6 de la ley 1341 del 2009, como “el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes” (Colombia, Congreso de la República, 2009). Es decir que se incluyen dispositivos como computadores, teléfonos inteligentes, redes de internet, software y aplicaciones que facilitan la comunicación y el acceso a la información en diversos contextos.

Estamos familiarizados entonces con la presencia de las TIC, las que asociamos a un recurso importante para en el campo de la educación y el aprendizaje colaborativo; mientras que por otra parte conocemos a distintas plataformas digitales (Facebook, X, Instagram, etc.) más emparentadas a cuestiones recreativas y creación de redes sociales. Estas plataformas han sido diseñadas para conectar personas, permitiendo la interacción, el intercambio de información y contenido multimedia, así como la creación de comunidades en línea.

Si la única razón por la cual había un distanciamiento entre la sociedad y los centros de generación de conocimiento (los científicos) obedecía a la falta de recursos de comunicación, con la cantidad y variedad de canales disponibles actualmente se podría considerar que aquella brecha por fin pudo ser cerrada. Evidentemente esto no ha sido así por lo que hay que tener en cuenta otros

aspectos que condicionan la opinión de la sociedad sobre la ciencia. Estos aspectos, principalmente ligados a aspectos políticos, morales, éticos, legales, religiosos, etc. se han evidenciado a lo largo de la historia.

Figura 1

La sociedad no siempre presta atención a los científicos



Actualmente podemos ver una cirugía, muchas veces en vivo, por YouTube y seguramente ese material no se acerque a las visitas que pueda tener una canción de reguetón. Definitivamente no es algo que pueda llamar demasiado la atención de la sociedad.

No muchos años atrás cuando Christiaan Barnard realiza el primer trasplante de corazón en 1967 (“Christiaan Barnard”, 2025), procedimiento que en la actualidad no llama especialmente la atención, se dio en un contexto social complejo: serviría para contrarrestar la publicidad negativa del *apartheid* imperante en Sudáfrica en ese momento, a pesar de que solo se había aceptado el corazón de un donante blanco para ser trasplantado en un receptor blanco. Por otra parte, a pesar de que para esos años ya se venían realizando trasplantes de riñón y de hígado, hubo mucha resistencia social al ser el corazón el órgano implantado (Joubert, 2018). A pesar de ese contexto inicial esta, y cualquier otra cirugía, no llamaría demasiado la atención como para dedicarle un momento a visualizarla en tiempo real en el celular.

Lo anterior no es privativo del sector salud. En el campo de lo que se conoce como carrera espacial, el 20 de Julio de 1969 una población estimada en 650 millones de personas pudo ver el

alunizaje por televisión y escuchar la famosa frase en el momento de posarse sobre la Luna el comandante de la misión Apolo XI Neil Armstrong: “...*un pequeño paso para el hombre, pero un gran salto para la humanidad...*”

Un momento propio de las novelas de ciencia ficción llegaba a los hogares que tenían la posibilidad de ver televisión, en su mayor parte en voluminosos dispositivos y en blanco y negro.

Considerando ahora todos los recursos de comunicación que la sociedad dispone, es posible visualizar cada momento del lanzamiento, por ejemplo, de la enorme nave Starship diseñada por la empresa SpaceX. Diversos planos permiten observar en alta calidad el momento en que se eleva la gigante nave y como se aleja de la superficie terrestre gracias a cámaras ubicadas en la misma nave, al mismo tiempo que se informa la velocidad y altura que va tomando así como los cohetes que van impulsando en cada momento. Mas aún, es posible luego observar por YouTube el momento en que el enorme propulsor regresa de manera controlada a distancia a la plataforma de lanzamiento donde es capturado. Con estas herramientas de comunicación sumado a las imágenes que es posible visualizar en tiempo real desde la Estación Espacial Internacional, se supondría que el nivel de expectativa comparado con aquellas primitivas imágenes de 1969 no tendría punto de comparación. Pero algo no ha funcionado como se esperaba: numerosos grupos de personas rechazan la idea de haber ido alguna vez a la Luna y lo que es peor, con los pies bien puestos en la Tierra afirman que esta es plana...

Figura 2

Los terraplanistas



Nota. Fuente tomada de 1^{ra} guía completa de pseudociencias, mitos y otras carretas. (primera parte). José David Ruiz Alvarez, Mario Victor Vázquez, Todográficas Ltda. 2021.

Evidentemente disponer de modernos recursos de comunicación ha sido necesario, pero no suficiente para garantizar la llegada de información científica y tecnológica a la sociedad.

Otro aspecto que no ha colaborado para que la sociedad reciba información correcta de manera adecuada tiene que ver con la actitud de los mismos científicos. Es el caso cuando se ha preferido utilizar medios de comunicación pública para dar a conocer a la sociedad lo que consideraban eran descubrimientos que iban a cambiar el curso de la humanidad. Fue el caso de la conocida *fusión fría*, aparentemente lograda por los científicos Fleischmann y Pons en 1989 (“Fusión fría”, 2024).

A nivel de aprovechamiento energético se ha avanzado en el proceso conocido como fisión nuclear, identificado con la “energía atómica” por la sociedad. Desde aquel recuerdo terrible de las bombas lanzadas sobre las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki, a partir de lo cual la sociedad vive el peligro latente de una destrucción mutua durante la guerra fría entre los Estados Unidos de América y la entonces Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (U.R.S.S.), hasta el uso pacífico de la energía atómica como fuentes de energía utilizando reactores cargados con material radioactivo. Se reconoce entonces toda la energía que puede ser liberada cuando se fisiona, es decir se “parte” el átomo de un núcleo, liberando unas partículas conocidas como neutrones, quienes a su vez producen la ruptura de núcleos vecinos en una reacción conocida como “en cadena”. El manejo de este tipo de energía es claro que requiere de una tecnología especial tanto para producir energía eléctrica como para evitar posibles desastres. Baste recordar lo sucedido en 1986 con el accidente de la planta de Chernobyl o posteriormente en 2011 en la explosión de la planta de Fukushima en Japón.

Con ese antecedente se vienen haciendo esfuerzos experimentales desde hace muchos años para tratar de obtener energía del núcleo del átomo de manera segura y controlada. Una opción sería conseguir la mencionada fusión nuclear. Es decir, el conseguir que dos átomos se conviertan en un tercer elemento utilizando altas presiones y temperaturas para conseguir que se fundan venciendo la natural fuerza de repulsión que impide ese contacto íntimo. Para tener una idea del desafío tecnológico que esto implica se puede mencionar la información publicada en 2025 en varios sitios especializados, por ejemplo, en www.advancedsciencenews.com, donde se reporta que se consiguió un nuevo récord en cuanto a generar y sostener plasma caliente. Algo necesario para conseguir imitar a lo que sucede en el Sol donde se genera energía mediante la fusión de átomos de Hidrógeno para formar un nuevo elemento: Helio.

Para alcanzar este nuevo récord, de 22 minutos y 17 segundos, se requiere el empleo de potentes campos magnéticos que permitan alcanzar altas temperaturas, 50 millones de grados Celsius como en este caso. Teniendo en cuenta lo anterior la fusión nuclear será una alternativa para la humanidad cuando la energía empleada para alcanzar estas condiciones sea inferior a la energía generada por el proceso atómico. Mientras tanto seguirán los avances a nivel de reactor piloto.

Se comprende ahora el revuelo mundial causado por la noticia de haber conseguido esa fusión, pero sin emplear esas condiciones drásticas, simplemente en un experimento relativamente sencillo de electroquímica.

Seguramente motivados por la espectacularidad de lo que creían haber conseguido, no siguieron el camino habitual de poner a consideración ante sus pares el experimento realizado, para que pudiera ser reproducido, sino que dieron a conocer la noticia en una rueda de prensa. Esto les trajo una inmediata visibilidad mundial (en épocas en que aún no se contaba con internet): sin embargo, posteriormente se comprobó que no eran correctas las conclusiones a las que habían llegado estos investigadores, algo que se pudo haber conseguido si hubieran seguido el camino normal de verificación por pares. Resulta claro que no toda información proveniente de la ciencia debiera ser transmitida a la sociedad sin contar previamente con el respaldo de la comunidad de investigadores.

Este tipo de confrontaciones implica debates, y este es un buen comienzo para acercar con una mirada crítica y no simplemente apasionada, a la sociedad al mundo de la ciencia.

Este acercamiento se ha dado en lo que se conoce en años recientes como *ciencia ciudadana* (Bonney et al., 2016). Esta es una manera participativa de acercar la sociedad a la ciencia y favorecer el acceso a tomas de decisiones y fomentar el espíritu crítico al formar parte de un experimento ligado a la ciencia. Es el caso donde se apela a la ciudadanía para que colabore con datos que puedan servir para un determinado estudio. Por ejemplo, tomando valores de temperatura ambiente, indicando el instrumento y condiciones en que fue tomada (Chema, 2024). La recopilación y posterior procesamiento de estos datos resultan de gran valor para investigaciones relacionadas con el clima. De este mismo modo a través de encuestas por internet la población puede colaborar con distintos campos de la ciencia por ejemplo para realizar un censo sobre mariposas, grabación de canto de aves, detección de plantas invasoras no autóctonas, monitoreo ambiental con fotos sobre zonas costeras, contaminación lumínica, etc. En el sitio web de la

vicerectoría de investigación de la Universidad de Antioquia, siguiendo la ruta: democratización del conocimiento-ciencia abierta-ciencia ciudadana pueden consultarse algunos ejemplos de este tipo de actividad.

Si bien puede cuestionarse el grado de *democratización* de la ciencia, resulta un proceso valioso en la medida que los participantes se empoderan de conocimientos al convertirse en parte activa de un proceso de investigación.

Con relación al concepto de ciencia abierta este implica mayor accesibilidad a la información científica y que se caracteriza por el sistema conocido como Open Access (acceso abierto) que propone la libre circulación de la información científica con la única exigencia de dar el correspondiente crédito al autor de dicha información.

El impacto mundial que puede lograrse con esta apertura de la ciencia a la sociedad motivó a la UNESCO, en el año 2021, a elaborar una serie de recomendaciones a los estados miembros sobre la Ciencia Abierta. Estas pueden consultarse de manera gratuita en el sitio web donde reposa la biblioteca digital de UNESCO.

Teniendo en cuenta los diversos aspectos que pueden caracterizar el proceso de comunicación científica, es necesario analizarlos de manera más detallada ya que se procederá de manera diferente si se trata de acercar conocimiento científico a la sociedad, si se trata por el contrario de incorporar en la comunidad científica conocimientos ancestrales o si simplemente se desea comunicar información científica al interior de la comunidad de investigadores.

Teniendo en cuenta lo anterior el presente documento abordará en primer lugar la comunicación al interior de la comunidad de pares para pasar luego al complejo aspecto de la comunicación pública de la ciencia.

Una aclaración necesaria

Teniendo en cuenta el vertiginoso avance de las tecnologías digitales, que han permitido por ejemplo que en solo 20 años haya llegado al 50 % de la población del mundo en desarrollo (Naciones Unidas [UN], s.f., párr. 2), y que se preveía que para el año 2023 que se alcanzaran los 347.000 millones de descargas de aplicaciones móviles. A finales de ese año en un boletín de las Naciones Unidas se reportaba que más del 75 % de la población mundial tenía un teléfono celular y que más del 65 % accedía a internet.

Este panorama supone un impredecible escenario en el mediano y corto plazo. El desarrollo del agrupamiento de datos y la inteligencia artificial provocarán verdaderas revoluciones en la manera en que la sociedad se comunica.

Por lo anterior es más que probable que cuando este documento esté disponible para su lectura, ya se encuentre desactualizado con relaciones a tecnologías digitales, sin embargo, el análisis detallado de los distintos aspectos implicados en la comunicación de la ciencia seguirá siendo válidos. Al menos esa es la esperanza.

1. Comunicación al interior de la comunidad científica

Como fue mencionado en el capítulo anterior, la circulación del conocimiento científico al interior de la comunidad de investigadores tiene características particulares diferentes al caso de la comunicación pública de la ciencia. Es importante aclarar aquí que se hace referencia a información generada en centros de investigación de característica pública, ya que en el campo de la investigación privada se suelen contemplar restricciones para proteger esos desarrollos científicos.

Para analizar los distintos escenarios posibles se reflexionará en primer lugar sobre algunas cuestiones puntuales:

- La docencia en el campo de las ciencias ¿podría incluirse como un caso de circulación de información dentro de la comunidad científica?

Normalmente la formación científica, en cuanto a docencia, no se incluyen en los métodos tradicionales por los cuales circula la información científica. Básicamente porque no se trata de información derivada de una investigación en particular, por tanto, con un cierto carácter inédito, sino de información básica y avanzada sobre la cual ya existe un consenso académico. Sin embargo, si se analiza desde el punto de la comunicación de este tipo de información, el proceso de aprendizaje implica habilidades de comunicación tanto por parte del docente como del estudiante. Por lo anterior gran parte de las sugerencias que se desarrollan en este capítulo pueden resultar de ayuda para optimizar la relación en ambos sentidos de la relación docente-alumno.

- ¿Por qué compartir la información dentro de la comunidad científica?

Poner en conocimiento resultados derivados de investigaciones es el primer paso para dar confiabilidad a esos resultados. Se pone a consideración de los pares para que puedan analizar, cuestionar, debatir, refutar o respaldar lo que una determinada investigación parece indicar. Esta revisión por pares es un proceso mediante el cual se pretende minimizar el riesgo de fraudes científicos, aunque no se puede garantizar en un 100% que esto no suceda (Alinovi, 2009; Seethaler, 2013).

Se trata de una comunidad cerrada, pequeña en cantidad de integrantes en comparación con lo que hemos definido aquí como sociedad y con formación especializada en cada área, lo que condiciona el lenguaje y las distintas formas en que se produce esa comunicación.

- ¿Cuáles son los mecanismos principales mediante los cuales se comparte información en la comunidad científica?

Existen distintas maneras en que la información científica es puesta a consideración de los pares, tradicionalmente podemos mencionar las siguientes:

- Artículos científicos en revistas nacionales e internacionales especializadas.
- Presentaciones en congresos científicos, las que a su vez pueden ser de forma oral o mediante el empleo de poster.
- Presentación oral de datos científicos ante un jurado, distinguimos con esta frase a lo que conocemos como defensa de trabajos de grado o de posgrado.

A continuación, se desarrollarán cada uno de estos puntos haciendo énfasis en recomendaciones o sugerencias que pueden resultar de utilidad para una eficiente comunicación de la información científica.

1.1 Elaboración de publicaciones científicas

Actualmente los resultados productos de investigaciones científicas son publicados bajo distintas opciones existentes: revistas indexadas, revistas de acceso libre, revistas de acceso abierto y revistas depredadoras.

En principio las publicaciones en revistas indexadas tienen el respaldo de haber sido revisadas por pares especializados. Esto resulta importante no solo desde el punto de vista de ser un posible control contra fraudes, una especie de auditoría científica, sino que la esencia de la comunicación al interior de la comunidad científica tiene el propósito de brindar los detalles necesarios para que la investigación pueda ser replicada y obtener los mismos resultados. De este modo la mirada de un conjunto de investigadores enriquecerá los hallazgos o incluso podrán encontrar interpretaciones diferentes, muy importantes por ejemplo cuando no es posible reproducir los resultados como sucediera cuando se presentó a la comunidad científica el experimento que supuestamente había dado con la ansiada *fusión fría* en el año 1989 (Krivit & Ravnitzky, 2016) mencionado en la introducción.

Durante muchos años lo que conocemos como revistas indexadas dominaron el modo de compartir información científica dentro de la comunidad especializada, sin embargo, comenzaron a surgir otras opciones de publicación fundamentadas en la mayor facilidad para publicar, menor costo, etc. Una de estas opciones son las revistas de acceso gratis (*free Access Journals*).

En este caso los artículos se encuentran disponibles en la red y se pueden descargar sin tener que pagar por ello. Normalmente los derechos de autor (copyright) son exclusivos de la empresa que los publica y los artículos suelen estar disponibles solo un tiempo limitado.

Otra opción con un nombre muy parecido son las revistas con acceso abierto (open Access). A diferencia del caso anterior no hay una cesión del derecho de autor, y las condiciones se establecen utilizando licencias *Creative Commons*. Este tipo de licencia son modelos de contrato donde se otorga el derecho de utilizar una obra con derecho de autor, limitando las restricciones para utilizar y distribuir un contenido (Unesco, 2024) y en Colombia como lo indica el sitio gubernamental de Colombia aprende, implica cuatro condiciones: autoría, citando siempre al autor; no comercial, es decir que solo tiene fines educativos; sin obras derivadas, no está permitido modificar la obra original; compartir igual, se pueden crear otras obras derivadas de la original, pero conservando la licencia.

También en Colombia el ministerio de ciencias define a las publicaciones de acceso libre como “(...) revistas académicas que están disponibles en línea para el lector, sin barreras económicas, legales o técnicas distintas de las inseparables de acceder a la propia internet” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [Minciencias], s.f., p. 4).

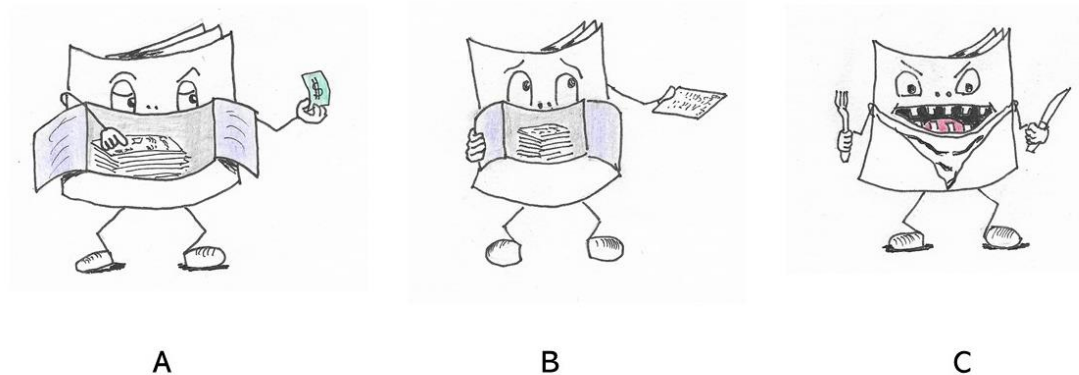
En los dos modelos anteriores se hace evidente el interés en disminuir posibles barreras para que el conocimiento científico pueda circular de la manera más libre posible, si bien hay que recordar que no en todos los casos se cuenta con el respaldo de haber sido minuciosamente revisados por expertos en los temas en cuestión. De todas maneras, es indudable que se ha producido un cambio en la mentalidad de cara a que el conocimiento científico tenga una mayor accesibilidad.

Una situación de políticas académicas en muchos países, de los cuales Colombia no es la excepción, en el sentido de evaluar el desempeño de los investigadores científicos por la cantidad y calidad de las publicaciones que generen, ha conducido a un comportamiento reñido con el proceso normal que debería seguir los resultados experimentales para ser respaldados por la comunidad de pares, obligando a tener una actitud que suele identificarse con la frase “publicar o morir” (Tudela & Aznar, 2013; Suoto, 2022).

Esta presión por publicar ha servido de nutriente para el crecimiento de las denominadas *revistas depredadoras* (Biblioteca Complutense, 2024). Como su poco académico nombre lo insinúa se tratan de revistas que no aplican estándares de calidad sin la adecuada revisión por pares (*peer review*). Con razón se les ha denominado *pseudo-journal* ya que suelen confundirse con las publicaciones de acceso abierto, pero no son más que maneras de aprovecharse de la presión por publicar cobrando a los autores para poner en sus revistas los artículos enviados. Al margen de tratarse en definitiva de una actividad fraudulenta se considera que el principal impacto negativo en cuanto a la comunicación científica es poner a circular información no verificada, donde los únicos beneficiados son los propietarios de la revista y el o los autores.

Figura 3

Representación de tipos de revistas científicas. A: indexadas, B: acceso abierto, C: depredadoras



La presión por publicar puede ser una de las posibles causas por las cuales se cometen plagios, otras son: búsqueda de reconocimiento, prisa por ser el primero en publicar un avance o descubrimiento, conflicto de intereses (económicos) o incluso ideología del investigador, grupo o revista (Tudela & Aznar, 2013).

Del afán por publicar no siempre se debe hacer responsable al investigador por cuestiones de ego, ya que el sistema de ciencia y tecnología donde se encuentre enmarcado puede conducir a este comportamiento, que de manera simpática Robert Merton bautizó como *el Efecto Mateo* (relacionando el Evangelio de Mateo), en el sentido que “a los que más tienen más se le dará”, haciendo referencia a la situación que se plantea cuando un científico solicita recursos para realizar sus proyectos de investigación. El ser conocido, por las publicaciones, inclinará la balanza en su sentido frente a un investigador con pocas publicaciones.

Volviendo a las características de las publicaciones científicas con respaldo de pares, pueden encuadrarse en los tipos de artículos más comunes utilizados actualmente como: artículo de investigación, artículo de opinión, cartas (*short reports*) y artículo de revisión.

De acuerdo con el tipo de revisión al que pueda someterse el mismo podrá ser de carácter conocido como *peer review* (revisado por pares) o sin esta revisión. Si bien el formato y estilo final del artículo estará establecido por la editorial correspondiente, en términos generales los artículos con resultados de investigación siguen un formato general que comprende las siguientes secciones: título y datos de los autores, resumen, palabras claves, introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos y bibliografía.

Los artículos científicos están dirigidos a una comunidad con formación en el tema de investigación, por lo que resulta importante la claridad con que se brinden los datos experimentales y el análisis de estos. El texto a su vez debe seguir lo establecido por la editorial en cuestión. En adición a lo anterior la recomendación general es siempre tener en mente al potencial lector a quien llegará este artículo. Aun cuando toda la información esté incluida en el texto resulta útil incluir todos los conectores necesarios para hacer ‘amable’ la lectura. En este sentido se debe recordar que no siempre lo que se redacta refleja todo el entusiasmo que el autor siente o que no se logra transmitir de manera adecuada, por limitaciones en cuanto a la extensión permitida, todo el trabajo experimental y análisis realizado. Si a esto se le suma que el artículo estará publicado en revistas que contendrán muchos otros similares, si se desea comunicar a la mayor parte de colegas posible es bueno no perder de vista a ese lector que se desea cautivar con semejantes hallazgos.

1.2 Presentaciones en congresos

Otra modalidad por la cual circula el conocimiento científico dentro de la comunidad de investigadores es la participación en congresos de las distintas especialidades. Estos resultan una oportunidad importante para hacer conocer resultados recientes y preliminares que aún no han sido publicados en una revista especializada, al margen de ser una oportunidad muy valiosa para establecer contactos con colegas investigadores.

Estos espacios se caracterizan por un tiempo limitado para presentar dentro de las actividades organizadas durante el congreso y normalmente suelen tener una de las dos características siguientes:

- Presentación con cartel o poster
- Presentación oral

Para el primer caso el comité organizador informa con suficiente antelación las características que deben cumplir los posters, en cuanto a dimensiones y la información que deben contener. Tradicionalmente se suele utilizar un formato similar a las publicaciones científicas para organizar la información, es decir: título, datos de autores, introducción, metodología, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos y bibliografía. Sin embargo, esto normalmente no es una obligación y el o los autores pueden decidirse por un estilo diferente. En algunos casos se suele asignar un día y horario especial para ubicar los respectivos posters y se solicita a los autores estar presentes en esa franja de tiempo para responder posibles consultas. En esta actividad explicativa se suele aprovechar la información en forma de ecuaciones, tablas, figuras, etc. como herramientas para soportar el discurso. Adicionalmente, en algunos casos, se suele organizar un espacio para discutir la información presentada en poster.

La presentación en modalidad de poster suele ser la manera de debutar en presentaciones científicas para quienes están en etapa de formación. Esto conlleva por tanto un cierto estado de inseguridad y miedo escénico. Una actitud que suele seguirse es incluir toda la información posible en el poster para no depender de lo que el expositor recuerde del tema. Esto resulta en presentaciones sobrecargadas de figuras, imágenes y texto, características que hacen que sea poco atractivo para que alguien se detenga a mirarlo. Nuevamente hay que pensar en el espectador ya que si se expone un trabajo de investigación y nadie lo observa no se produce una verdadera comunicación científica.

Por lo anterior es recomendable utilizar un formato para que el poster resulte *auto-explicable* sin depender de la presencia del autor lo cual no implica por cierto que se ponga toda la información disponible y que obligue al interesado a leer todo como si fuera simplemente un artículo científico pero dispuesto de manera vertical. Como *auto-explicable* entendemos un formato sencillo evitando al máximo incluir texto innecesario, utilizando esquemas, infografías, fotos, unidas por conectores y que ayuden a comprender rápidamente cual era el propósito del trabajo y cuales las conclusiones. Es importante resaltar que este formato sugerido no reemplaza de modo alguno la presencia del autor del trabajo. En algunos casos se ha puesto cuidado en el diseño del poster para que no sea necesaria la presencia del autor, quien suele poner un sobre o dirección de correo para que quienes

tengan dudas se pongan en contacto con él. Sobre decir que esto no es lo deseable para esta oportunidad de establecer diálogos constructivos con colegas. La idea es que el poster dé rápidamente el contexto sobre el cual se realizó el estudio, genere curiosidad por conocer más detalles de este y aprovechar el momento en que el autor esté presente para poder evacuar esas dudas. La idea es convertir un momento que pudiera generar un lógico estrés por una oportunidad muy especial que se debe aprovechar al máximo.

Otra modalidad utilizada para comunicar datos científicos en eventos es hacerlo de manera oral. En este caso se cuenta con un tiempo limitado establecido por los organizadores y normalmente se cuenta con la posibilidad de acompañar el discurso con una presentación digital. Dentro del tiempo asignado se contempla un espacio para que el público interesado haga preguntas al expositor luego de haber escuchado la presentación. El manejo de los tiempos suele estar a cargo de una persona que actúa como presentador del trabajo y expositor, realiza indicaciones cuando el tiempo se va agotando y modera la sección de preguntas y respuestas.

Nuevamente nos encontramos en una situación especialmente estresante para quienes no cuentan aun con suficiente experiencia en presentaciones orales, ya que confluyen varios aspectos: recordar el discurso que se va a emplear, cuidar el manejo del tiempo, el lenguaje corporal, manejo de recursos de comunicación, como el caso de micrófonos, que normalmente no ha tenido oportunidad de ensayar previamente, temor a no poder contestar alguna pregunta complicada, etc.

Como en el punto anterior suele abusarse de la presentación digital dejando toda la responsabilidad en la información que aparece en la pantalla o televisor, adoptando un papel secundario para el expositor. Esto obviamente no es lo adecuado ya que se dispone de un tiempo limitado para poner en conocimiento de los pares el trabajo de investigación que seguramente insumió mucho tiempo y esfuerzo realizar.

La preparación para realizar de manera efectiva presentaciones orales de datos científicos requiere una preparación teórico-práctica que excede las posibilidades que brinda este documento escrito, de todas maneras, tanto en esta modalidad como en el análisis que se realizará en el punto siguiente, implican algunas acciones comunes que se pueden recomendar.

No debe confundirse una presentación oral en un congreso con un examen oral. Si bien se debe hacer la presentación frente a un público y un moderador que tendrán seguramente preguntas y observaciones, debe considerarse toda la experiencia como una oportunidad para fortalecer el aprendizaje con aportes que puedan realizar personas con más experiencia en el tema, o que puedan brindar una mirada diferente a la que los autores tuvieron al momento de organizar la presentación. Con esto en mente debe prepararse entonces la ponencia para que sea comprensible en el tiempo asignado evitando incluir información innecesaria ya que se cuenta con la oportunidad del espacio para preguntas para ampliar las mismas. Del mismo modo se entiende que durante la duración del evento académico habrá oportunidades para que los interesados puedan continuar las discusiones en espacios diferentes al del momento de la presentación.

Si bien en este caso suele haber mayor permisividad comparado con lo que implican las defensas de tesis, por ejemplo, es importante cuidar algunos detalles como el uso adecuado del tiempo, para lo cual suele ser de utilidad ensayar previamente la exposición. Esto de todas maneras debe evaluarse para conseguir un equilibrio: ni ensayar tanto que perjudique la naturalidad de la exposición ni ensayar de manera insuficiente poniendo por tanto al expositor en riesgo de no poder mostrar toda la información, perderse en el discurso, etc. dejando en definitiva una mala impresión en el público. Otro aspecto relacionado con el ensayo de la presentación es tener en cuenta los posibles imponderables que puedan surgir. Por ejemplo, si inicialmente se prepara la exposición para que dure el tiempo establecido por los organizadores, podría suceder que por problemas logísticos la programación se vaya retrasando de acuerdo con el esquema previsto y se le solicite al expositor que dispone de menos tiempo para su presentación. Esta situación incómoda implica que se debe estar en condiciones de reorganizar inmediatamente la presentación, omitiendo lo que se considere necesario para mostrar una actitud positiva adaptándose a lo exigido.

Nuevamente no se debe perder de vista que el objetivo es impresionar de manera positiva a un público especializado para recibir posteriormente la retroalimentación correspondiente. En este sentido se debe cuidar de mantener una actitud respetuosa y abierta a los aportes (y críticas) que pudieran surgir. No se trata de ninguna manera de un trabajo finalizado sin posibilidades de ser mejorado.

En cuanto a la presentación digital debe considerarse que se trata de un apoyo al expositor y no debe adoptar el principal protagonismo, no deben ser *auto explicativas*, no deben tener toda la información

que se desea compartir. Es conveniente dejar algunas diapositivas de reserva en caso de ser necesario usarlas.

1.3 Presentación de datos científicos ante un jurado

Por el contexto y relevancia del trabajo que se presenta, el acto de comunicar los resultados de investigación obtenidos a lo largo de una formación de posgrado, implica una serie de detalles que resulta interesante analizar.

Si bien se ha tomado como punto de análisis el caso de una defensa de tesis doctoral, los considerandos son válidos igualmente para cualquier otro espacio similar, defensa de trabajo de maestría, defensa de trabajo de grado, etc.

En general para el momento en que se formaliza la defensa de una tesis se han producido una serie de etapas claves:

- Escritura y presentación del proyecto de tesis
- Trabajo experimental de los cuales derivan los resultados que serán presentados.
- Formación académica, la que puede implicar aprobar una serie de cursos considerados importantes para el tema de estudio.
- Acompañamiento de una comisión tutorial, normalmente donde se incluye a quien dirija la tesis.
- Escritura y evaluación del trabajo de tesis.
- Defensa del trabajo de investigación ante un jurado calificador.

Teniendo en cuenta varios factores: que se trata de una etapa de formación, lo que implica que se prevé una mejora continua en el proceso de aprendizaje (experimental y teórico), y especialmente que los aspectos de estilo, contenido, forma de presentar, dependerán fuertemente de las instrucciones que indique el o los directores de tesis no se puede proponer un esquema único que se deba seguir para conseguir un resultado satisfactorio. De todas maneras, es posible desarrollar una serie de recomendaciones generales que pueden resultar de utilidad.

1.3.1 Escritura del proyecto

Al momento de escribir el proyecto normalmente se incluye un planteamiento del problema al cual apunta el trabajo de investigación y el marco teórico correspondiente. En ambos casos

implica haber realizado previamente una búsqueda bibliográfica lo más actualizada posible para respaldar la propuesta.

A pesar de que no es la práctica habitual, en esta primera etapa donde se analiza la bibliografía disponible sobre la idea de investigación, es un momento ideal para comenzar también a escribir el trabajo de tesis. No es que finalmente se pondrá a consideración de un jurado seguramente, pero si un primer intento, un documento que se podrá ir enriqueciendo y corrigiendo con el tiempo.

El ejercicio de escritura científica no es una habilidad que se adquiera en poco tiempo. La práctica continua en escritura facilitará sin duda toda la organización final del trabajo y especialmente, la claridad con que el mismo será presentado en la defensa final.

Dependiendo de los requerimientos establecidos por las correspondientes direcciones de posgrado, o instancias equivalentes, podrá ser exigido que la escritura del texto siga ciertas reglas establecidas previamente como es el caso, por ejemplo de las normas APA, creadas por la *American Psychological Association (APA)* en el año 1929 (Loyola University, 2025).

En la escritura del proyecto inicial y en el documento final se procurará organizar la información a partir de una pregunta de investigación a partir de la cual se realizará todo el trabajo de investigación.

Al respecto resulta interesante plantear la definición que propone Jean Pierre Deslauriers en su obra *Investigación cualitativa. Guía Práctica* (Deslauriers, 2004): “el corazón de una buena pregunta de investigación es, en primer lugar, la ausencia de respuesta evidente o la presencia de varias respuestas opuestas que se deben confrontar. Para ser digna de ese nombre, una pregunta debe abrir la puerta a lo desconocido.”

El mismo autor sugiere que la pregunta de investigación debe “apasionar al investigador”, y esto se relaciona directamente con el momento de defender el trabajo ante un jurado al haber finalizado el trabajo de investigación propuesto. Es por tanto un desafío importante para los orientadores del trabajo de tesis conseguir motivar al tesista hasta llegar a ese punto de “pasión”. Si esto se consigue, seguramente se verá reflejado al momento de defender el trabajo ante un jurado evaluador.

Independiente del momento en que se enfrente el proceso de escritura o el formato que tenga el mismo, el autor no debiera perder de vista que el objetivo principal no es lograr escribir ese documento escrito, sino que el mismo sea comprensible por los potenciales lectores. Es el único

vínculo que se dispondrá para describir el trabajo de investigación por lo que debe ser lo suficientemente claro y conciso, de manera que en una primera lectura les quede claro a los evaluadores la relevancia de lo realizado.

La recomendación en cuanto a que sea conciso lo que se describe, no implica que se trate de un simple recuento frío de todo lo realizado con el añadido de unas interpretaciones finales. Teniendo en mente al lector, se debe hacer que la lectura de este sea agradable, que genere interés para llegar al final de la historia, ese importante relato construido por alguien que pudo profundizar su formación en un campo en particular y que ahora desea compartir, con gran satisfacción, lo realizado con la comunidad científica en general.

Se debe trabajar en tomar conciencia de ese vínculo especial del tesista con su trabajo de investigación. Si esto se logra, se verá sin duda reflejado cuando deba defender el mismo frente a un jurado evaluador.

1.3.2 Defensa de trabajos científicos

Desde una mirada histórica relacionada con las presentaciones de datos científicos, se podría considerar que esta acción está muy ligada a la manera en que se transmitía el conocimiento. Imaginemos al venerable anciano transmitiendo su sabiduría a los discípulos sentados en una roca, escuchando sus enseñanzas atentamente, o a un cazador explicando cómo debían capturar sus presas. Seguramente para ayudar en la comprensión de la lección se ayudarían con dibujos en el suelo, señalando ejemplos en la naturaleza, en el cielo. Tomando un gran salto en el tiempo se podría centrar la atención en las lecciones magistrales a cargo de investigadores relevantes, inventores y descubridores tuvieron que explicar sus logros (Volta al emperador Napoleón, por ejemplo) de manera oral y con demostraciones, al margen que existiera un documento escrito describiendo con detalle la investigación. De este modo aprendieron nuestros antepasados científicos y todos ellos debieron ocupar en algún momento el puesto de sus maestros repitiendo el proceso. Con el paso del tiempo los expositores tuvieron a disposición recursos tecnológicos, por ejemplo, *Power Point* lanzado al mercado en el año 1987 sin embargo, el protagonismo central del expositor, la necesidad de captar la atención del público permanece inalterado.

- ¿Qué hace que sea tan desafiante una presentación oral?

Si se consulta a quienes expresan temor a enfrentar ese momento, seguramente argumentarán situaciones relacionadas con el miedo a hablar en público, miedo escénico, miedo a los evaluadores, en definitiva, *miedo a hacerlo mal*.

Ese *miedo* es algo natural que en el campo de la psicología se conoce como *gelotofobia*: miedo patológico a ser objeto de burlas (Moreno & Martínez, 2010; Titze, 2009), el que puede enfrentarse con algunas acciones sencillas en la medida que no adquiera el carácter de trastorno, situación para la cual será necesario contar con ayuda profesional del campo de la salud mental.

Figura 4

El expositor



Ahora bien ¿un buen expositor nace o se hace?

Estar de pie frente a un auditorio cargados de inseguridad por lo que se va a exponer supone una situación estresante, sin embargo, se puede analizar qué tan alejado está ese dramático instante de nuestras capacidades. Después de todo se trata simplemente de un acto de comunicación.

Todos nos comunicamos

Comencemos por una idea básica y fundamental, en el momento que somos individuos sociales todos nos comunicamos, de alguna u otra manera, y lo hacemos desde que nacemos. Quien ha tenido la bella oportunidad de ver de cerca el crecimiento de un bebe recordará gestos y

movimientos que los angustiados inexpertos padres primerizos comienzan a interpretar rápidamente (y no hay escuela que enseñe eso). Y no solo ocurre con la especie humana, quien tenga la oportunidad de convivir con mascotas, digamos de las “tradicionales”: gatos y perros, sabe que ellas no necesitan dominar el lenguaje de las palabras para comunicar cuando están con hambre, cuando están contentos o enojados, todo esto sin apelar, como sucede con el ser humano, a mover los más de cuarenta músculos presentes en el rostro.

Pruebe el incrédulo ignorar el reclamo de comida de un gato...

No se trata por supuesto de buscar analogías entre el movimiento de la cola de un perro con el pánico que implica el comenzar la presentación, sino fortalecer la autoestima reconociendo que los seres humanos se comunican desde el momento del nacimiento (incluso las madres dirán que antes de nacer ya que ellas son las receptoras de las inesperadas pataditas del bebé buscando ubicarse mejor en el vientre materno). Más aún, independientemente de qué tan introvertido sea la persona, a diario nos comunicamos con nuestros congéneres, entonces ¿Por qué se debería sentir temor al comunicar algo científico en público?

- ¿Teatro y ciencia?

Una confusión habitual en el campo de la ciencia es asumir que todo aquel que se destaque en el campo de la ciencia, sea a través del conocimiento de una síntesis orgánica, o quien a través de engorrosos cálculos encuentra relaciones cuánticas increíbles, el que descubre cómo se comunican entre sí dos especies en el fondo oscuro del mar, o quien soluciona una ecuación antigua con “n” incógnitas o tiene la capacidad de analizar el contenido de nitrógeno en un cometa que viaja a millones de km de distancia de la tierra; en el momento de pararse frente a un auditorio se convierte en un experto y didáctico locutor con capacidad de promocionar hasta una nueva pasta dental. Normalmente este no sucede y aquel candidato al Nobel se convierte en un ser tembloroso, de voz inaudible y sobre todo en un aburrido expositor.

Es en este punto donde alguno pudiera sentirse tentado a recordar el proverbio latino: *Quod natura non dat, Salamanca non præstat* (lo que la naturaleza no da, Salamanca no presta, haciendo referencia al lema de la Universidad de Salamanca, creada en el año 1218) lo cual implicaría que debiera resignarse a pasar por el duro trance de la exposición oral tratando de sobrevivir en el intento. Sin embargo, existen caminos alternos que tal vez ayuden a disminuir el pánico y aumentar la confianza.

La propuesta es apelar a una técnica antiquísima y que aparentemente nada tiene en común con una presentación oral de datos científicos: el teatro. Después de todo, ¿Qué se puede identificar en una representación teatral? Existe un guion (lo que se desea decir), actores (quienes hacen la representación), quienes han ensayado la letra hasta intentar dar la idea de que se trata de algo espontáneo, un ambiente (para ayudar a imaginar la situación que se desea representar), un público interesado; y fundamentalmente la intención de captar la atención (y el dinero) del público.

Cuando se hace una presentación de datos científicos, y en realidad cualquier tipo de exposición, si bien no garantiza la consecución de dinero, existe el interés en captar la atención del público y en la medida de lo posible, salir airosos de la misma. Entonces tal vez resulte de utilidad asumir el rol de actores de esta obra maestra: la presentación de los datos científicos.

Contexto de la presentación

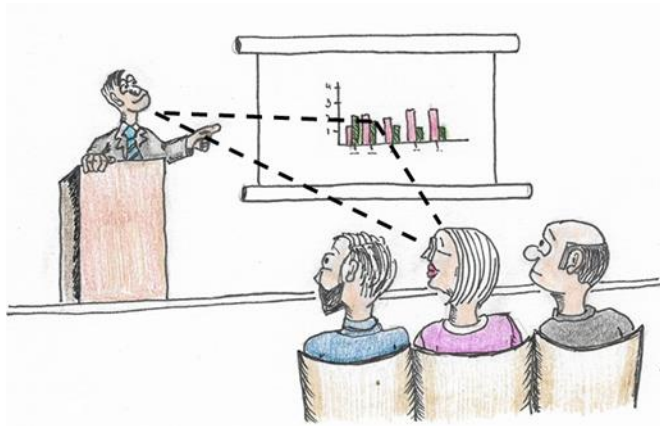
Luego de lo sugerido en el punto anterior, no se trata simplemente de pretender estar actuando y salir sin cuidado al escenario. Es conveniente recordar el límite delgado que separa la brillante presentación del ridículo. Se debe profundizar mucho más.

Cuando la exposición se hace en el contexto de una defensa de trabajo de investigación (de grado, posgrado, etc.), se asocia claramente a una evaluación, normalmente a cargo de un jurado ubicado en el auditorio, con la presencia de público que normalmente no tiene opción a consultar y es solo una parte de la actividad de defensa. (Ya la palabra *defensa* pareciera indicar que hay que estar preparado para recibir un *ataque*)

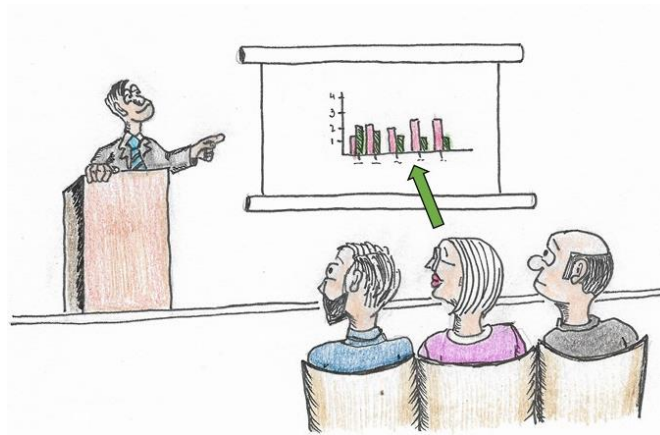
¿Quiénes son los protagonistas?

Se mencionaba antes la analogía con las obras de teatro como un enfoque diferente de cara a las exposiciones orales de datos científicos. Se debe hacer, sin embargo, una diferenciación fundamental entre ambas situaciones, especialmente en lo relacionado con los verdaderos “actores” en cada caso.

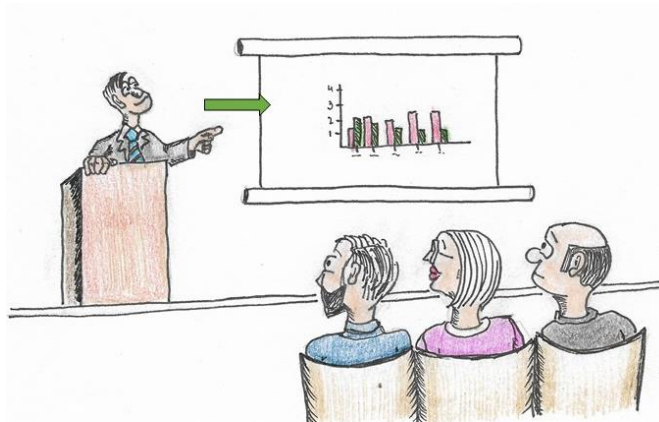
Para el teatro se puede distinguir la interacción de dos sectores claves: todo lo referente a la actuación, actores, letra, música, iluminación, escenografía, etc., y el público. Se requiere de ambos sectores para apuntar al éxito de la obra. Por el contrario, cuando se trata de una presentación oral de datos científicos, se tiene un esquema totalmente diferente al cual vale la pena prestarle atención. En este caso se puede establecer un esquema triangular integrado por el expositor, la exposición (presentación en sí) y el público (evaluadores).

Figura 5*Actores en la presentación*

Dentro de este esquema triangular es importante resaltar el tipo de interacción que se pueden dar, y cuál de estas se considera correcta:

Figura 6*Interacción de la presentación con el jurado*

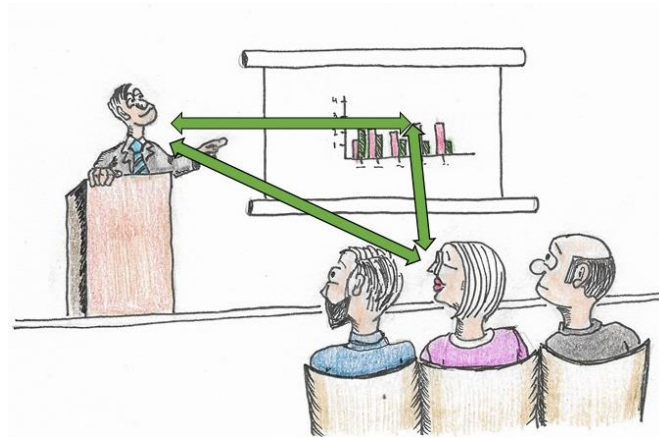
Para el caso señalado en la figura todo el esfuerzo se realiza sobre la presentación, cuidando aspectos estéticos, recursos tecnológicos, etc. Con la idea que sea autosuficiente para y de este modo lograr causar una buena impresión en el jurado (lo cual puede ocurrir efectivamente) pero descuidando los otros aspectos implicados en la presentación. Este esquema puede resultar conveniente solo para el caso que se trate de una actividad de divulgación, asumiendo que la interacción del público con el expositor es pasiva en gran medida, limitándose a atender la presentación.

Figura 7*Interacción del expositor con la presentación*

En esta situación el expositor evita interactuar con el jurado y mantiene un imaginario diálogo con su presentación sin establecer el necesario contacto visual con los evaluadores.

Figura 8*Interacción del expositor con el jurado*

Esta situación se daría en el caso de un expositor confiado en su habilidad (oratoria) para expresarse en público, sin dedicar mayor atención a la elaboración de la presentación. No es necesario aclarar que este estilo tiene poca posibilidad de éxito cuando se trata de una presentación de datos científicos ante un jurado especializado.

Figura 9*Interacciones recomendadas*

El esquema mostrado en la figura simboliza las interacciones que deberían ser tenidas en cuenta en el momento de organizar una presentación oral de datos científicos. El expositor debe interactuar con su presentación y con el jurado, este seguirá atentamente la exposición, podrá consultar sobre la presentación y cuestionará al expositor.

Dentro de la simpleza del modelo propuesto puede resultar de utilidad imaginar que cada uno de los lados están contruidos de un material muy débil y por tanto la figura geométrica puede debilitarse fácilmente. Con base en lo anterior el expositor debe actuar inmediatamente cuando perciba que esto va a ocurrir. Algunos ejemplos de situaciones que pueden provocar la ruptura de esos lados imaginarios pueden ser los siguientes:

- El presentador cae en cuenta que las diapositivas que diseñó no son las más adecuadas y por tanto debe tratar de reducir al mínimo la atención hacia las mismas adoptando una actitud más activa en la exposición.
- El presentador observa que por su tono de voz o falta de movimiento en el escenario parte del público, jurados o asistentes, muestran síntomas de cansancio o de distracción. En este caso debiera modificar el tono de voz, introducir alguna anécdota, acercarse a señalar algo en la pantalla; para romper con la monotonía observada.

Resulta importante de cara a una presentación exitosa realizar todas las acciones posibles para mantener esa figura imaginaria constante hasta el momento en que dé comienzo la sesión de preguntas por parte del jurado.

Aspectos relevantes para una defensa oral ante un jurado científico.

Cuando llega el día de la presentación del trabajo ante un jurado no debería perderse de vista que para esa instancia se cuenta con un documento escrito, la tesis, que ha sido revisado y corregido por ese mismo jurado. Un documento donde se incorporan todos los detalles experimentales, metodológicos, los análisis, etc. por lo que en el limitado tiempo que se contará para la presentación pública no se debe pretender exponer todo aquel contenido de manera apretada para que no quede nada por fuera. Se trata de diseñar una buena presentación que permita transmitir, dentro de las limitaciones lógicas por lo estresante de la situación, el grado de conocimientos adquiridos durante el trabajo de investigación. De ninguna manera se trata de una prueba de supervivencia, los resultados no serán más importantes si se maltrata al expositor, es una oportunidad para mostrar el proceso de aprendizaje, el que nunca acaba. Después de todo ser doctor, o magister, no es el final del camino.

No debería perderse de vista que una defensa de tesis implica presentar en sociedad un producto que ha llevado mucho tiempo y esfuerzo conseguirlo. Transitando un camino lleno de dificultades se ha dado un paso importante en la formación científica y es lógico presentar con todo el orgullo ese *pequeño paso para la humanidad, pero un gran salto para el tesista*.

Regresando al esquema triangular sugerido, sobre cada vértice se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- *El expositor*

Resulta recomendable prestar atención a algunas acciones que se pueden trabajar para optimizar la presentación y dejar la mejor imagen ante el jurado:

Cuidar el lenguaje corporal ya que si no se consigue captar continuamente la atención del jurado (se rompe uno de los lados del triángulo) con la información científica que se está exponiendo, se corre el riesgo que la atención se centrará en aspectos tan personales como el movimiento de las manos, la vestimenta, el uso de frases repetidas (altamente recomendable no utilizar ‘por así decirlo’), evitar contacto visual, tono de voz, manejo del lenguaje, etc.

En este punto resulta interesante mencionar una regla, conocida como la regla “7-38-55” atribuida al psicólogo Albert Mehrabian por unos estudios realizados en 1960 (Mehrabian, 1970) que establece que en una interacción personal, por ejemplo la que se daría entre el expositor y el jurado, solo el 7 % del mensaje se transmite a través de las palabras, el 38% a partir del tono de

voz y el 55 % a través del lenguaje corporal. Mas allá de la validez de la precisión informada, que ha sido cuestionada por otros investigadores, lo importante es destacar la influencia importante que puede tener el lenguaje no verbal. Por lo anterior es recomendable prestar atención a este aspecto en los ensayos previos de la exposición ya que un adecuado manejo puede ser de mucha utilidad para reafirmar las ideas que se desea transmitir al jurado. Del mismo modo, no prestar atención al mismo puede resultar muy perjudicial para el expositor independientemente del nivel de conocimiento que tenga o que tanto trabajo haya implicado la preparación de la presentación.

Se debe conseguir un equilibrio en el momento de plantearse ensayar la presentación, algo muy útil para tener idea del uso adecuado del tiempo asignado para la presentación, pero que si se realiza en exceso se corre el riesgo de terminar repitiendo monótonamente un discurso preparado. Es decir, otra manera de romper el triángulo.

Tal vez suene desubicado plantear que el, o la expositora, deberían tener una adecuada preparación física, sin embargo, es un detalle que puede resultar crucial para obtener un resultado satisfactorio con la presentación. No se debe perder de vista que la defensa frente a un jurado tiene dos momentos, y no uno como habitualmente se considera, para los cuales hay que estar suficientemente preparado. En la primera parte se realiza la presentación, la exposición organizada de la investigación científica. Suele suceder que todo el estrés acumulado se libera cuando se considera que finalizó el proceso con una diapositiva con la palabra: ¿preguntas?; sin embargo, debe tenerse en cuenta que en ese momento comienza una segunda etapa que puede resultar mucho más compleja que la primera, con mayor duración, con mayor exigencia al orador. Por lo anterior si se produce esa relajación se corre el riesgo que el agotamiento impida un desempeño adecuado en la interacción con el jurado, actividad que suele normalmente tener una mayor duración que la establecida para que el expositor haga su presentación inicial.

Otro aspecto al que el expositor debería prestarle atención es al correcto manejo del tiempo asignado para la presentación. Utilizar menos tiempo que el previsto para la actividad dejará la impresión que no se tenía suficiente contenido para presentar y, por el contrario, no lograr organizar el material para que pueda ser desarrollado en el tiempo establecido dejará la sensación de desorden y conspirará contra la comprensión de la información que se desea presentar. Esta última situación suele ocurrir cuando se desea de manera entusiasta compartir hasta el último detalle del trabajo de investigación sin considerar que el jurado ya cuenta con el documento extenso con dicha información.

Otra recomendación es considerar la posibilidad que aparezcan imprevistos, antes o durante la presentación. Modificación del tiempo de exposición, problemas con la proyección de imágenes, malfuncionamiento de equipos, suelen ser situaciones comunes. Ante lo anterior se debe estar en disposición de modificar la presentación, omitiendo diapositivas, reorganizando el discurso, etc. de manera de tener de todas maneras una exposición satisfactoria. Esta actitud seguramente será valorada por el jurado ya que demuestra confianza y dominio del tema que se desea presentar.

Es valioso organizar el discurso para que en el tiempo asignado se pueda abordar la temática desde una mirada macro, posteriormente ir al detalle de la investigación para cerrar finalmente relacionando la información nuevamente en una mirada global del tema

- *La presentación*

Considerando una exposición organizada con diapositivas utilizando algún programa de presentaciones de los disponibles en el mercado, se pueden sugerir algunas recomendaciones para un diseño óptimo que permita a la misma cumplir el importante papel asignado en el modelo de triángulo descrito anteriormente y no el protagonismo central de la actividad.

Se debería evitar la tentación de acumular información en exceso en cada diapositiva ante el temor de no ser capaces de retener esa información en la memoria, o por el deseo de exponer hasta el mínimo detalle toda la información científica disponible. Definitivamente esto atenta contra la atención del jurado, y del público presente, ya que difícilmente se le dé el tiempo suficiente para que pueda asimilar toda la información antes de seguir con la siguiente diapositiva. De esta manera se rompe el triángulo imaginario ya que el expositor deja toda la responsabilidad en las diapositivas para que presente la información que le pertenece. Una vez más se debe hacer énfasis en el rol de las diapositivas como acompañante del expositor y no como su reemplazo.

Muchas veces se dedica demasiado esfuerzo en armar la presentación con un diseño novedoso, utilizando colores y tipo de letras llamativos, animaciones, etc. Todo lo anterior puede indicar que se está dando el rol preponderante a las diapositivas y no el que debería cumplir.

Si bien el diseño final dependerá de cuestiones subjetivas e indicaciones que consideren pertinentes el o los directores del trabajo de tesis, se puede sugerir algunos detalles sencillos que pueden ayudar a optimizar la presentación. Entre ellos: evitar incluir en una misma diapositiva texto, tablas y figuras; tener en cuenta que por el tamaño de letra seleccionado es probable que las

diapositivas sean ilegibles a partir de una cierta distancia, evitar errores ortográficos, abusar de las animaciones, entre otros.

Se debe reflexionar sobre la profundidad de detalles que se incorporarán sobre la metodología experimental. Esta ha sido seguramente descrita con mayor amplitud en el documento escrito. El empleo de infografías es altamente recomendable.

Las diapositivas en ningún momento deben considerarse como una ayudamemoria, ya que en este caso obliga al expositor a estar permanentemente pendiente de leer el contenido, se desvía la atención, se rompe el triángulo imaginario

Se reitera que no es posible proponer un formato único para el diseño de las presentaciones con imágenes (diapositivas), pero se pueden tener en cuenta algunas recomendaciones para evitar cometer ‘pecados’ al momento de la presentación de la información (Rosler, 2006).

- Las diapositivas deben ser interpretadas por el público, no están para ser leídas.
- Evitar fuentes con curvas (*serif*).
- Evitar usar el señalador laser.
- Tratar que la exposición se haga en un ambiente iluminado.
- Usar fondos oscuros ya que los claros producen cansancio visual.
- No escribir el texto en mayúsculas.

- *El público*

Se pueden hacer diversas sugerencias sobre los otros dos vértices del triángulo imaginario, el expositor y la presentación, sin embargo, para el vértice restante es difícil predecir el comportamiento que tendrá en el momento de la exposición de los datos científicos.

En el momento de la defensa oral se contará probablemente tres públicos diferentes: un grupo de familiares y amigos que no cuentan con formación científica, un grupo de colegas que poseen conocimiento del tema de la exposición pero que no participarán en la defensa y, por último, el jurado que evaluará la defensa. Sobre este jurado es que se debe prestar atención, teniendo en cuenta las posibles situaciones que se pueden presentar durante la interacción con el expositor.

En una descripción muy generalizada suelen distinguirse cuatro actitudes diferentes de los jurados:

- 1) El jurado que es reconocido y respetado por su experiencia en una determinada área del conocimiento. Normalmente se aceptará su opinión al margen de que tan diplomático o amable sea al momento de expresarla. Idealmente se debería tomar la posible crítica como un aporte importante para el trabajo de investigación.
- 2) El jurado que aprovecha la exposición que le brinda el espacio de la defensa para lucirse con sus conocimientos sobre el tema. Suele reconocerse cuando al momento de formular preguntas al expositor habla en primera persona: ‘lo que me preocupa...’, ‘en mis estudios...’, etc. Se prevé por tanto que tendrá una actitud poco constructiva al momento de realizar sus observaciones salvo que estén en concordancia con su postura.
- 3) El jurado que sin tener necesariamente una actitud agresiva con el expositor utiliza un encadenamiento de preguntas, aparentemente sencillas, para guiar al expositor hasta que caiga en cuenta del error que está cometiendo.

Un comportamiento que permite identificar a este tipo de jurados se relaciona con la manera en que plantea las preguntas, induciendo la respuesta que desea. Por ejemplo, una pregunta directa podría ser la siguiente:

“... ¿Por qué afirma en el análisis que el pH del medio no afecta sensiblemente el comportamiento del sistema? ...”

La misma inquietud se podría plantear de la siguiente manera:

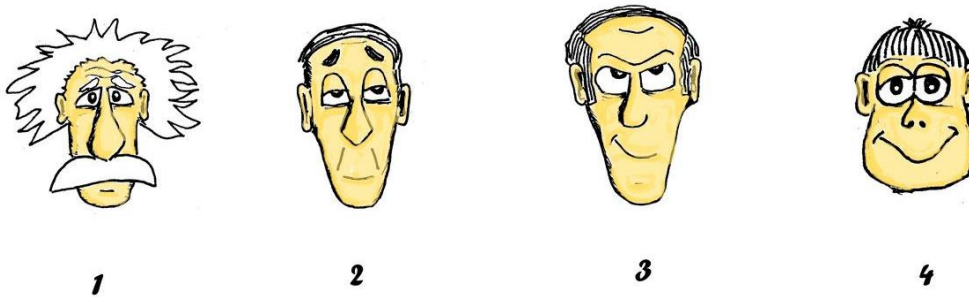
“...Usted afirma que el pH del medio no afecta sensiblemente el comportamiento del sistema, ¿cierto? ...”

Claramente en el primer caso se plantea una duda para que el tesista exprese su opinión, la que puede o no ser acertada. Con la segunda manera de consultar se deja “amarrado” al tesista a la afirmación que puso en el documento o en la exposición, sin dar lugar a reflexionar sobre el tema.

Esta manera de evaluar puede tener alguna validez didáctica siempre y cuando el expositor se encuentre en condiciones de analizar cada una de las preguntas, normalmente esto no es lo que sucede ya que se encuentra bajo presión, finalizando una extensa exposición y ahora se enfrenta con temor a un jurado. Ese mismo aporte del jurado se lo puede hacer de manera privada sin necesidad de exponer públicamente al temeroso expositor.

- 4) El expositor aparentemente más benévolo, aquel que normalmente se solicita para completar el número de investigadores exigidos por el reglamento, y que no tiene necesariamente amplia experiencia en el tema de la exposición. Se espera que al momento de tomar la palabra seguramente formulará preguntas aparentemente sencillas.

Figura 10
Distintos tipos de jurados



De estos cuatro comportamientos suele ser el más temible el último de los ejemplos ya que podría el expositor no prever el tipo de pregunta sencilla, características por la cual suelen ser las más complicadas.

Si bien se han presentado distintas actitudes en un modo divertido, puede resultar útil el que el expositor identifique a cuál categoría pertenece un determinado jurado al momento de plantear una pregunta, para saber cómo reaccionar y poder manejar con éxito la situación

Una imagen que puede resultar de utilidad para describir lo que debería suceder en el momento de contestar preguntas, especialmente como medida de prevención para el caso de los jurados que intentan llevar al expositor a una calle sin salida, es tener en cuenta que lo que la boca expresa ha sido procesado previamente en el cerebro por tanto, exagerando lo que realmente sucede a nivel de conducción de estímulos nerviosos, la boca no debería ir más rápido que el cerebro; es decir tomarse el tiempo suficiente para pensar lo que se va a decir antes de pronunciar cualquier palabra.

En ningún caso es recomendable contestar mecánicamente con la esperanza de acertar la respuesta correcta.

Resulta ilustrativo un ejemplo mencionado en una conferencia sobre educación matemática ofrecida en febrero de 2025 por el reconocido especialista en didáctica matemática Bruno D' amore (Magisterio TV, 2025). En esta presentación mostró el siguiente ejercicio utilizado con estudiantes de 9-10 años:

- un pastor tiene 12 ovejas y 6 cabras. ¿Cuál es la edad del pastor?

La mayoría de los consultados respondieron sonriendo sobre la falta de relación entre la pregunta y la información brindada. Para sorpresa hubo sin embargo algunos que contestaron que el pastor tenía 18 años. Al consultarles descubrieron que obtuvieron esa cantidad sumando $12+6$, que eran los únicos datos que tenían (la alternativa de dividir 12 y 6 no fue considerada ya que suponía que el pastor tendría solo 8 años).

El mensaje del ejercicio anterior tenía que ver con el impulso de tener que responder con una cantidad cada vez que se enfrenta una pregunta. Volviendo al caso de las defensas ante un jurado, debería tenerse en cuenta el ejercicio de la edad del pastor ya que, en muchos casos, ante preguntas del jurado, quien defiende el trabajo considera que debe contestar “algo” aunque no esté convencido de lo que está diciendo.

Se reitera que es prácticamente imposible adelantarse a cada comportamiento, cada cuestionamiento, que puedan realizar los evaluadores, sin embargo, se debe organizar de manera anticipada como será la actitud del expositor frente al jurado. Se debería partir de la idea que se trata de una oportunidad única donde el expositor puede demostrar el grado de formación que adquirió durante todo el trabajo de investigación y tener una actitud receptiva a las observaciones constructivas que pueda aportar el jurado. No se debe tener miedo a reconocer posibles equivocaciones o expresar que no se cuenta con una adecuada explicación a alguna observación. De ningún modo se trata de un trabajo finalizado sino de una simple, pero importante, etapa en la formación como investigador científico y en este sentido el aporte crítico por parte de los jurados enriquecerá el trabajo realizado.

No debería considerarse el acto de la defensa como un combate donde se deban ocultar dudas y posibles errores cometidos; ni caer en una actitud soberbia de enfrentamiento con el jurado. Enfrentamiento del cual difícilmente se saldrá vencedor.

En este capítulo se reflexionó sobre los distintos aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de abordar la comunicación científica dentro de la comunidad de pares. Pocos, sino

ninguno, de estas sugerencias serán válidas si se analiza la transmisión de información científica a la sociedad. Un proceso seguramente más complicado de abordar.

2. Comunicación pública de la ciencia

Cuando se plantea la comunicación científica a la sociedad se está en presencia de un proceso bastante complicado y especialmente dinámico, por lo que resulta adecuado analizar la mayor cantidad de aspectos que puedan estar vinculados con esta transferencia de información.

Como premisa, antes de reflexionar sobre las complejas características que puede tener el proceso de comunicación pública de la ciencia, es necesario dejar claro que Divulgar Ciencia no es equivalente a Educar en Ciencia. Ambas actividades tienen sus requerimientos bien diferenciados y puede resultar en una gran dificultad para los científicos que pueden tener una amplia experiencia docente pero que desconocen los aspectos implicados en un proceso de divulgación.

Se trata de enfrentar una evidente brecha entre lo que la sociedad cree de la ciencia y lo que la ciencia intenta informar a esa sociedad, cuando esta normalmente tiene solo una formación básica en este campo. Esta diferencia en formación ha sido considerada cuando se plantea el modelo de déficit público (Cortassa, 2016).

La característica de este modelo es que resulta asimétrico, por este motivo otros investigadores consideran más adecuado hablar del “modelo de las dos conversaciones”, para tener en cuenta la dicotomía que se presenta entre ciencia y sentido común, siendo este último reactivo a dejarse seducir por la ciencia (Uman, 2008).

Un aspecto a tener en cuenta es la situación que suele darse cuando se aborda la necesidad de participar de manera más activa en el proceso de comunicación pública de la ciencia. Normalmente se pasa de una etapa de desinterés inicial por parte de los científicos a un entusiasmo contagioso cuando se logra concientizar a este sector sobre la necesidad de compartir su saber. Esto sería favorable en principio en la medida que se logre organizar ese entusiasmo, sin embargo, no se debe olvidar la otra parte: la opinión del receptor. Aquí es importante analizar el necesario balance que existe entre el interés de la academia en evitar la desinformación y la libertad de expresión de quienes integran lo que se denominó *sociedad*. En la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas (1948) se menciona que:

“Todo individuo tiene derecho a la libertad de opinión y de expresión; este derecho incluye el de no ser molestado a causa de opiniones, el de investigar y recibir informaciones y opiniones, y el de difundirlas, sin limitación de fronteras, por cualquier medio de expresión” (Art. 19).

Analizando en detalle el contenido de este importante derecho, se aprecian aspectos que merecen debate cuando la información a que hace referencia es científica. Alguien podría apelar a su derecho de expresión y difusión y transmitir información falsa, sin evidencias, sobre una determinada cura milagrosa o sobre la verdadera geometría del planeta Tierra. El impedirselo estaría en contra de su libertad de opinión y expresión; pero de cara a la sociedad la ciencia tiene una voz que debe sentirse firme y autorizada para despejar cualquier duda que pudiera haber.

Teniendo en cuenta este contexto se trata en definitiva de procurar la denominada apropiación social del conocimiento, aspecto sobre el cual hay un mayoritario consenso, sin embargo, las dificultades pueden surgir en el momento de diseñar una adecuada estrategia de comunicación para conseguir esa apropiación. Incluso se plantea que dado que se trata de un proceso a largo plazo, tal vez se debiera partir de una etapa donde se procure la comprensión pública de la ciencia (Levine, 2023), para que luego la sociedad decida si se apropia de la misma o no. Nuevamente se pone en evidencia que contar los logros científicos por parte de los investigadores, no es suficiente para conseguir los propósitos de fondo con la sociedad.

Para profundizar en la reflexión sobre los aspectos fundamentales alrededor de la comunicación científica, puede ser útil plantear una serie de preguntas e intentar llegar a consenso alrededor de cada posible respuesta:

2.1 ¿Necesidad u obligación?

Transmitir el conocimiento científico generado en los centros de investigación académicos, es decir no del sector privado, es sin duda un aspecto importante sobre el que valen varias miradas. Haciendo la salvedad que se trata de un análisis simplificado y general, es decir que no se tiene en cuenta particularidades de cada país o entorno científico, podría desde un punto de vista cronológico identificarse tres momentos diferentes:

- Un momento donde este tipo de comunicación no era considerado desde la academia ya que la investigación científica, y todo lo relacionado con ella, se mantenía exclusivamente dentro del dominio de la comunidad de investigadores manteniendo a la sociedad totalmente ajena a la misma.

Recordemos que en este documento consideramos sociedad al conjunto de ciudadanos externos a la academia sin formación científica o solo con conocimientos básicos de ciencia.

- Con el transcurso de los años se fue tomando consciencia de la obligación de los científicos de contar a la sociedad en qué se destinaba el dinero público con que se soportaban sus investigaciones. Era por tanto un trámite que debía realizarse independientemente que la sociedad se apropiara (comprendiera) el tipo de trabajo que se realizaba.
- Recién en los últimos años la relación entre ciencia y sociedad ha tomado un nuevo rumbo y la comunicación pública de la ciencia es un tema de gran interés y sobre el cual se producen muchos trabajos actualmente. Una evidencia de lo anterior podría ejemplificarse con el Congreso Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (COPUCI) que se organiza periódicamente en Argentina, o el Congreso Internacional de Investigación y Transferencia en Comunicación y Divulgación de las Ciencias (INTRACOM) que se organiza anualmente en la Universidad de La Laguna en España. Solo un par de ejemplos de encuentros similares organizados a nivel mundial: Congreso CCSC25, *Science Talk*, *European Summer School on Science Communications*, *Annual Conference of the European Science Engagement Association*, *Science Communication Conference*, Congreso de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe, etc.

Podría entonces reconocerse que actualmente la comunicación científica ha adquirido el carácter de una real necesidad, la que puede tener distintas justificaciones: en algunos casos simplemente para que el investigador aumente su nivel de exposición, otras veces para desmitificar la imagen, tradicionalmente ligada a estereotipos definidos, de los investigadores. Sin embargo, la más importante está relacionada con fomentar en la población el pensamiento crítico.

El pensamiento crítico se puede definir como “el proceso que consiste en analizar y evaluar la consistencia de los razonamientos, en especial aquellas afirmaciones que la sociedad acepta como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana” (Julián Pérez Porto & María Merino, 2024).

Esta habilidad resulta relevante no solo porque la sociedad necesita conocer en qué se invierte el dinero que se le aporta a los centros de generación de conocimiento, para lo cual debe tener la oportunidad de comprender lo que se hace sin deslumbrarse fácilmente por noticias

rimbombantes, sino también porque a través de sus representantes la sociedad puede, o debería, participar en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo científico- tecnológico del país.

Es por tanto una labor necesaria y de alta complejidad ya que se trata de armonizar dos grupos poblacionales históricamente aislados entre sí.

2.2 ¿Quiénes deberían comunicar ciencia a la sociedad?

A esta pregunta también se podría sumar: ¿en qué lenguaje hacerlo? Claramente se identifican actores principales: sociedad, investigadores y comunicadores, cada uno de los cuales con características particulares que pueden ser un desafío para la comunicación científica.

- Por una parte, se tiene un público objetivo que en general carece de formación científica y es fácilmente influenciable por noticias llamativas, como las provenientes de las pseudociencias. Este público puede tener una idea preconcebida de los científicos considerando que pertenecen a un estamento superior, donde hacen cosas extrañas e imposibles de comprender.
- Por otro lado, están los generadores del conocimiento quienes por su formación están acostumbrados a manejar un lenguaje comprensible dentro de la comunidad científica y por tanto a comunicarse entre pares. Esto constituye una dificultad importante a la hora de comunicar ciencia ya que puede ser un reto el traducir el conocimiento a un lenguaje comprensible para un público no especializado.
- Por último, identificamos a quienes se formaron en el campo de la comunicación, es decir comunicadores y periodistas, quienes tienen experiencia en las distintas tecnologías de comunicación disponibles en el momento. En este caso se tiene a un profesional con capacidad de comunicar y de generar estrategias de comunicación, pero sin tener necesariamente formación en los diversos campos que abarca la investigación científica.

Queda clara la necesidad de encontrar un punto de encuentro entre quienes dominan el arte de comunicar con los que poseen el conocimiento científico y que este trabajo debe ser necesariamente interdisciplinario. En este sentido actualmente no resulta infrecuente que se incorporen profesionales de otras áreas, especialmente del campo del arte, para participar en las estrategias de divulgación científica tales como músicos, actores, escritores, diseñadores, creadores de contenido, entre otros.

Desde una mirada de la comunicación se plantea un esquema lineal para la circulación de la información del tipo emisor-mensaje-canal-receptor (Gouyon, 2016). Donde, para el caso de la

comunicación científica actualmente se considera que no debería ser lineal y especialmente unidireccional, el canal puede ser diverso y el receptor heterogéneo. Ya no se habla de “medios de comunicación” sino que se considera más correcto describirlos como “medios de difusión”, lo que trae aparejado una mayor flexibilidad en el proceso de comunicación y especialmente la posibilidad de ser un espacio interactivo. Esta situación a su vez constituye un desafío importante para los científicos, ya que no se trata de transmitir información sino también tener una actitud receptiva para escuchar las opiniones del público objetivo.

Al margen del modelo desde el cual se analice el proceso de comunicación, se debe reiterar que el punto de partida puede ser complicado teniendo en cuenta la percepción sobre la ciencia y los científicos que tiene el público objetivo. En un estudio realizado con más de 1000 participantes realizado en Alemania se encontró que había menos confianza en científicos que trabajaban en temas controvertidos como Covid19 o cambio climático, en comparación con investigaciones de otro tipo. A su vez se observó que sobre estos puntos controvertidos era donde se producía un intenso consumo de noticias (Schug et al., 2024). Lo anterior es solo un ejemplo de todos los posibles aspectos sobre los cuales se debería reflexionar al momento de plantear una estrategia de comunicación.

2.3 ¿Por qué las pseudociencias son tan atractivas? ¿Es una situación actual?

Una de las principales dificultades que se plantean al momento de transmitir información científica es la competencia con las pseudociencias, las que para gran parte de la sociedad suele tener gran aceptación sin discusión alguna.

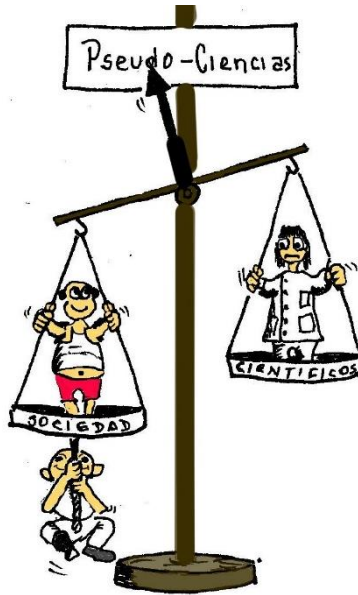
Sin duda es una competencia desigual sin duda ya que las pseudociencias tienen un atractivo especial respecto a las ciencias. Ese atractivo podría estar relacionado con que las primeras normalmente ofrecen las soluciones que las personas están buscando encontrar. A su vez estas soluciones, especialmente las relacionadas con cuestiones de salud, se ofrecen de manera inmediata, atractiva y sencilla. Virtudes que raramente se encontrarán en la información científica, resultante de años de investigación, que puede resultar de utilidad limitada y con contraindicaciones, y que se comunica de manera compleja, normalmente solo comprensible para la comunidad científica.

De modo alguno esta situación con las pseudociencias corresponde a una situación de propia de los tiempos que corren ya que históricamente han existido quienes se movilizaban de pueblo en pueblo ofreciendo elixires mágicos aptos para curar cualquier enfermedad, entre ellas las relacionadas con el amor. Como lo describe muy bien Noah Gordon en la novela *El médico*, en el siglo XI los barberos oficiaban de médicos, oftalmólogos, cirujanos, curanderos, entretenían con malabares y preparaban los famosos elixires que por su composición alcohólica a lo sumo proporcionaban un momento efímero de felicidad muy lejano a la panacea prometida.

Siempre han existido personas inescrupulosas que se lucran con el sufrimiento y necesidades ajenas, sin embargo, lo que ha cambiado en los últimos años es la facilidad con que ese mensaje falso se transmite al acceder, anteriormente, a los medios tradicionales de comunicación como la radio y la televisión, y actualmente con las redes sociales. Más adelante en este capítulo se retornará al análisis de este tipo de divulgación de información falsa, pero queda claro que para posicionar una información científica no es suficiente con hablar públicamente de ella, sino que se debe generar una adecuada estrategia de comunicación.

La existencia de las pseudociencias va de la mano de posturas negacionistas sobre muchos aspectos relacionados con la ciencia. En este sentido resulta interesante lo planteado por el sociólogo Stanley Cohen quien postula la existencia de tres formas de negación: la literal, que supone el rechazo directo de lo que ocurrió, aunque haya que mentir. La interpretativa, que no cuestiona los hechos pero los interpreta de una manera distorsionar y la implicatoria, que acepta los hechos pero niega sus consecuencias (Abellán López, 2023).

Es importante tener en cuenta este punto de partida al momento de elaborar cualquier plan de comunicación científica.

Figura 11*El atractivo de las pseudociencias*

2.4 Preguntas claves que se deberían responder para elaborar una adecuada estrategia de comunicación

En el momento de preparar acciones de comunicación científica resulta de gran ayuda responder tres preguntas claves:

- ¿qué se desea comunicar?
- ¿a quién se desea comunicar?
- ¿para qué se desea comunicar?

Aparentemente se trata de preguntas de fácil respuesta, aunque no siempre sucede así. Vale la pena reflexionar sobre cada una de estas cuestiones.

- ¿Qué se desea comunicar?

Una rápida respuesta sería simplemente: ciencia, pero a la hora de concretar una estrategia se debe seleccionar un aspecto en particular. De otro modo estamos describiendo una simple clase magistral sobre algún tema científico. La elección de un tema a su vez estará relacionada con las respuestas de las otras preguntas. La respuesta en ningún caso debe ser: porque es importante el tema, o peor aún, porque le parece importante al investigador.

En modo alguno se pone en discusión la relevancia de un determinado avance científico, simplemente que para que la comunicación resulte efectiva y se consiga la ansiada apropiación, se debe reflexionar sobre cual debiera ser el tema clave para describir.

Comunicar ciencia no implica comunicar toda la ciencia
--

Para ejemplificar lo anterior se puede plantear el siguiente ejercicio imaginario: se seleccionan investigadores del campo de la química, la matemática, la física, la biología y la astronomía. Cada uno de ellos llevando adelante un determinado proyecto de investigación financiado con fondos públicos, cada proyecto orientado a la generación de conocimiento sobre un aspecto que será importante para la sociedad. Si a cada investigador se le otorga un espacio de 15 minutos para que comunique lo que considera más importante de su trabajo, ¿Qué posibles respuestas se tendrían?, seguramente algunos plantearían que resulta insuficiente 15 minutos para resumir un trabajo de años, o que si exponen alguna parte resumida no serán comprendidos. Sin embargo, la respuesta que deberían dar seria: “depende”, “depende de a quien le estemos hablando”, lo que lleva a la siguiente pregunta.

- ¿A quién se desea comunicar?

Para el momento en que los investigadores científicos tomaron consciencia, o fueron incentivados por alguna ayuda económica si lo hacían, de la relevancia de transmitir a la sociedad su trabajo científico solía pensarse que el participar en alguna charla abierta cumplía con el propósito de divulgar su quehacer. Con algún esfuerzo intentaban utilizar algún lenguaje comprensible y en el espacio asignado intentaba resumir su experiencia. A pesar de que algunos investigadores aún tienen esa concepción equivocada evidentemente este acto no implica necesariamente que se esté haciendo divulgación científica.

La divulgación científica es el conjunto de actividades que interpretan y hacen accesible el conocimiento científico a la sociedad.

Resulta imposible planear una estrategia de comunicación si no se tiene en cuenta al público objetivo de la misma. Supongamos que se identifica un tema puntual sobre el cual se desea hacer la comunicación, que podría ser la necesidad de aplicar la vacuna contra el papiloma humano, las

características de un paciente con epilepsia, o el impacto de las quemas de malezas sobre la materia orgánica del suelo: para cualquiera de los temas anteriores no será idéntica la estrategia, es decir los recursos y lenguaje que se emplearán, si el público objetivo es uno general sin caracterizar, un conjunto de personas adultas, alumnos universitarios o niños en su etapa de formación primaria.

A diferencia de lo que sucede en el teatro, donde los actores responsables representan su papel independientemente del público en la sala, para la comunicación efectiva es indispensable tener bien en claro a quien va dirigido el mensaje desde los generadores del conocimiento. De todos modos, aunque se haya logrado responder las dos primeras preguntas si no hay claridad respecto a la tercera será imposible dar inicio al proceso de comunicación.

- ¿Para qué se desea comunicar?

Esta pregunta que aparentemente puede resultar de respuesta obvia no siempre es tenida en cuenta. A diferencia de épocas anteriores donde hablar de ciencia de manera unidireccional, como si fuera una clase magistral a un público no especializado, no cumplía otro objetivo de dejar al investigador con la sensación que estaba haciendo divulgación científica, actualmente se requiere analizar mejor la decisión de seleccionar uno u otro tema.

Como fue mencionado antes, pueden existir diversos propósitos que puedan motivar el acto de comunicación: puede tratarse de incentivar responsablemente alguna acción (como el caso de las vacunas o evitar las quemas forestales), compartir un avance sobre el cual se trabaja gracias al aporte de los fondos públicos, fortalecer el pensamiento crítico para que la sociedad apoye, o rechace, determinadas acciones. Podría formar parte de una reacción a una determinada pseudociencia o simplemente fomentar para que más personas se interesen en formarse en ciencia.

Sin tener una claridad sobre este punto sería equivalente para una empresa hacer un esfuerzo en una campaña publicitaria donde no se sugiera que se compre su producto. Una vez se tiene claridad sobre los aspectos fundamentales para una estrategia de comunicación, quedan algunas cuestiones las cuales vale la pena ampliar para tener una visión lo más completa de la complejidad que se presenta ante el proceso de comunicación.

2.5 ¿Todo se debe divulgar?

Dejando de lado las restricciones ligadas a cuestiones de confidencialidad para el caso de investigaciones realizadas en el plano privado, y al margen del compromiso moral que se pueda

considerar, no todos los resultados derivados de una investigación pueden ser adecuados para ser transmitidos.

El entusiasmo propio del investigador frente a su trabajo podría provocar a graves consecuencias en el público objetivo. Tomemos un ejemplo del campo de la medicina. Podría darse el caso del interés en brindar información a la sociedad sobre las características de un determinado cáncer. Se parte de un reconocimiento inicial sobre la importancia de esta información y se podría generar material informativo que luego sea transmitido a la sociedad a través de mensajes o videos en redes, podcast o cápsulas sonoras. En ese material se podría incluir información clara y sencilla sobre las características de la enfermedad, las acciones que se pueden tomar para el tratamiento, hablar de hábitos de consumo relacionado con la enfermedad, etc. Sin embargo, un grupo de investigación podría estar trabajando en el laboratorio con una molécula con la que se obtienen unos primeros resultados esperanzadores, obtenidos en fases preclínica, es decir que aún no ha sido probado en pacientes y corresponder a estudios básicos, o con animales de experimentación. En este punto podría replantearse la utilidad o no de difundir esta última noticia, la que si bien es de fuente confiable no corresponde a una solución ya en aplicación. En el entusiasmo por comentar esta esperanzadora noticia se pierde de vista que en el público receptor puede haber pacientes o familiares de pacientes esperando ansiosos contar con una cura concreta para su problema de salud. Es entonces que se debería plantear la real necesidad de transmitir ese conocimiento real cuando se trata de un ejercicio de divulgación científica.

Cuando se hace divulgación científica, transmitir de manera equivocada una noticia puede resultar más perjudicial que no transmitirla.
--

2.6 Relevancia del conocimiento ancestral y el diálogo de saberes

La importancia del conocimiento ancestral y la utilidad de establecer el diálogo con quienes tienen ese conocimiento es ampliamente reconocida, especialmente en el espacio latinoamericano. Estos puntos deberían ser incluidos también para el proceso de comunicación pública de la ciencia.

Esto tiene relación con que mucho del acervo cultural, especialmente en lo relacionado con el medio ambiente, ha sido muy útil para el desarrollo científico en áreas como los productos naturales, diversidad de fauna y flora, manejo de suelos, etc. Un ejemplo “clásico” es la quinina, uno de los alcaloides presentes en la corteza de los árboles de género *Cinchona*, que cobró

relevancia mundial para el tratamiento de la malaria. Ya en el siglo XVI y XVII llamó la atención de los religiosos interesados en recolectar datos de la flora presente en la región que hoy ocupan Perú, Ecuador y Colombia respectivamente (Medina, 2007). En aquellas épocas se conoce el uso medicinal por parte de las culturas nativas de los bosques húmedos andinos de la cáscara molida de estos árboles. Hasta ahí el conocimiento ancestral, a partir de ese momento se comienza a investigar los distintos componentes presentes en este material vegetal hasta poder dar con el principal responsable de la propiedad antimalárica. Es así como en el año 1820 es reconocida y aislada la quinina como principio activo. A partir de este conocimiento continuarán las investigaciones que conducirán a la identificación y separación de más alcaloides, la comprensión de su principio de acción frente a la enfermedad, etc.

Otro ejemplo que puede ilustrar la relevancia tanto del conocimiento ancestral como de las investigaciones científicas derivadas del primero es el caso de plantas utilizadas por las culturas indígenas como tratamiento de mordeduras de serpientes. Para citar un ejemplo de lo anterior se puede mencionar a la especie *Renegalmia alpinia*, una planta que crece en bosques tropicales húmedos de tierras bajas era utilizada para mitigar los efectos ocasionados por las mordeduras de ciertas especies de serpientes. Ese conocimiento ancestral era válido y respetable, pero no implicaba que se tuviera conocimiento del principio de acción, si su acción era mitigar los efectos del veneno, o incluso si se pudiese considerar como antídoto. Luego de varios estudios en el laboratorio se confirmó que la principal actividad consistía en disminuir la inflamación generada en el punto donde se había producido la mordida (Gómez-Betancur & Benjumea, 2014). Lo anterior ejemplifica la relación entre conocimiento ancestral e investigación científica. Se toma un conocimiento como punto de partida para iniciar estudios que permitan comprender el proceso implicado en ese conocimiento. Luego de los estudios seguramente se generará un gran conjunto de conocimientos que abarcan desde identificar la o las especies responsables de la actividad de la planta, el mecanismo de acción de estos compuestos, composición de venenos de distintas especies de reptiles y su potencial uso medicinal, tipos de accidentes ofídicos, etc. Se trata por tanto de un proceso donde el conocimiento adquirido en el laboratorio se integra al ancestral para mejorar la comprensión de todos los procesos involucrados.

En este tipo de estudios es muy valioso el aporte que se realiza desde la disciplina de la etnobotánica ya que, siguiendo el ejemplo de la aplicación ante mordeduras de serpientes, se puede

conocer las características de un conjunto de plantas que podrían, por ejemplo, actuar como anti veneno, como fuera estudiado en la India (Hussain & Kingsley, 2024).

Una mirada seguramente polémica sobre este punto sería darle la relevancia justa que todo ese conocimiento se merece ya que la palabra “ancestral” también es ampliamente utilizada por inescrupulosos ofreciendo alternativas pseudocientíficas. Es como si poner el rótulo de ancestral convirtiera al conocimiento en algo taxativo sobre el cual no se puede plantear discrepancia alguna.

Ancestral: perteneciente o relativo a los antepasados

Podría considerarse también un conocimiento ancestral el que consideraba en el año 1400 a.c. que jugar a la pelota maya era un ritual necesario para resolver conflictos. También podría ser incluido los sacrificios humanos por las culturas habitantes de Mesoamérica en la época prehispánica con el propósito de alimentar a los dioses. Para citar ejemplos más actuales se puede mencionar el ritual del yagé o ayahuasca de la medicina tradicional del Putumayo (Caicedo Fernández, 2010). Experiencia espiritual con este psicotrópico que ha provocado no pocos accidentes, algunos mortales, entre los participantes ajenos a las comunidades indígenas. En todos estos casos ¿quién podría discutir el carácter de conocimiento ancestral? El punto para analizar es si un uso ritual puede ser inmediatamente convalidado como un uso medicinal. Este ejemplo con la ayahuasca permite visualizar una situación interesante: la intersección entre conocimiento científico y un aspecto cultural. Un efecto común que suele mencionarse al tomar bebidas preparadas con estas plantas son los vómitos provocados por la misma. El vómito puede interpretarse por un lado como algo comprensible dado que es la reacción del cuerpo para liberar algo que le resulta tóxico. Desde el área de la salud siempre se intentará controlar y anular los vómitos por los efectos que causan en el cuerpo, y es esta la razón porque desde la ciencia farmacéutica se desarrollaron los antieméticos. La reacción del cuerpo es comprensible tal como sería el rechazo de un nuevo órgano por el sistema inmune al momento de realizar un trasplante. Sin embargo, esta sensación desagradable del vómito que todos hemos experimentado alguna vez en nuestras vidas, cuando está en el contexto de un ritual con ayahuasca es tomado como algo liberador y necesario para esa “limpieza interior”. Es un ejemplo por tanto de esa zona de transición interesante porque desde el punto de vista fisiológico se podría afirmar que provocarse el vómito,

por ejemplo, introduciendo profundamente un dedo en la boca, se lograría esa liberación sin tener que dirigirse al interior de la selva amazónica.

Cuando se hace referencia al conocimiento ancestral debería tomarse literalmente así, como conocimiento, pero no necesariamente como “comprensión ancestral”, ya que no se puede desconocer el conocimiento de la naturaleza de los pobladores originarios. De ese modo se transmitió por ejemplo que no se debía consumir una determinada planta o fruto porque podía resultar tóxica o incluso mortal. Ese conocimiento por ejemplo llevaría a procesar el material vegetal para producir el curare (“Curare”, 2025) para impregnar con veneno sus lanzas y flechas. Ese conocimiento permite saber que el proceso funciona, pero no implica que exista la comprensión sobre la composición del veneno ni sobre la interacción de este con la desafortunada víctima.

En resumen, no se trata de ignorar el conocimiento adquirido por los antepasados, pero debería tomarse como si fuera un conjunto de saberes escritos en muchas hojas de una gran enciclopedia física. Todo lo que está ahí es importante pero no implica que se deba actualizar a cada momento. Idea que puede ser utilizada de manera delictiva por cultores de curas milagrosas y distintas pseudociencias, intentando darle un carácter de *científicamente comprobado* al vincularlo con *conocimiento ancestral*.

Volviendo al diálogo de saberes resulta importante en la medida que se propone establecer una relación de doble vía donde se pongan a ‘dialogar’ los saberes transmitidos durante generaciones en la sociedad con el conocimiento adquirido en los centros donde se realiza la investigación científica. Con relación a este encuentro, donde la idea central es respetar opiniones de ambos sectores, se debe tener cuidado sin embargo cuando se está en un proceso de comunicación pública de la ciencia, de no incurrir en lo que se conoce como ‘falso debate’. Esta situación se da, especialmente en los medios de comunicación cuando se intenta dar una imagen de imparcialidad y de respeto por las opiniones de todos los sectores. Se trata de cómo se exponen controversias sobre un determinado tema. No se incurre en falso debate por ejemplo si se presenta una discusión alrededor de las bondades y peligros de la energía nuclear, con personas que defiendan, con argumentos, una u otra postura. Pero si el diálogo se plantea entre quienes afirman que la Tierra es plana y cualquier otra persona del ámbito científico se dice que se establece un falso debate porque deja en la audiencia la idea que se trata de dos posturas con el mismo nivel de

aceptación y no, como sucede en realidad de una conversación entre una minoría negacionista y el resto de la comunidad científica.

2.7 Transmisión oral del conocimiento

Otra frase relacionada con conocimiento ancestral es que el mismo no es necesariamente documentado, sino que se ha transmitido de manera oral de generación en generación. Que haya perdurado en el tiempo no implica necesariamente que ese *conocimiento* sea correcto o pueda ser respaldado científicamente.

Cotidianamente nos enfrentamos a situaciones inocentes que se siguen respetando como agüeros: no pasar debajo de una escalera, intentar no romper un espejo, no derramar sal o temerle a un pobre gato negro. Seguramente estas acciones fueron transmitidas de manera oral de generación en generación. Del mismo modo se recomienda no abrir la nevera si se está ‘acalorado’ si no se quiere tener consecuencias graves o se atribuye a la acción de almas sedientas si se observa como disminuye el nivel de agua en un vaso dejado a la intemperie. Situaciones todas que forman parte de las distintas culturas y que no necesariamente sean un problema que la ciencia deba afrontar de manera urgente, sino que se miran con simpatía.

Existen sin embargo otros ejemplos donde las consecuencias de seguir al pie de la letra información que se transmite de manera oral, tanto de generaciones anteriores o de boca en boca, son las relacionadas con asuntos de salud pública, específicamente con la automedicación o la recomendación de medicamentos o curas milagrosas a otras personas. Desde el punto de vista de la comunicación científica a la sociedad es una de las dificultades que hay que tener en cuenta ya que implica seguramente una resistencia e incredulidad sobre lo que se proponga desde la academia.

2.8 Necesidad de indicadores

Un aspecto importante para tener en cuenta dentro de la estrategia de comunicación científica es contar con indicadores que permitan evaluar la eficiencia del proceso y no emplear un criterio subjetivo para analizar el mismo.

Anteriormente se había destacado la importancia del transcurso del tiempo cuando se trata de apropiación social del conocimiento. En este sentido habrá indicadores a largo plazo que podrán dar cuenta de la eficacia del mensaje transmitido, por ejemplo, evaluando con los años el porcentaje

de personas, dentro del público objetivo, que adoptan cambios alimenticios saludables luego de una intensa campaña alertando sobre estos puntos.

A pesar de la necesidad de evaluar a largo plazo los efectos se pueden considerar algunas acciones para analizar de manera relativamente rápida si la estrategia seleccionada resulta satisfactoria. Se pueden generar encuestas pre y post actividad y de este modo se tendrá una primera medición de la claridad que pudo brindarse sobre un determinado tema. En otros casos las encuestas se pueden utilizar para evaluar alguna modificación respecto al tono empleado en la comunicación de la ciencia. Se puede mencionar en este sentido un trabajo realizado para evaluar el efecto del humor en la transmisión de un determinado concepto, en este caso relacionado con partículas fundamentales, realizado por el grupo de Fenomenologías de las Interacciones Fundamentales (GFIF) de la Universidad de Antioquia. Para este análisis se emplearon con videos y presentaciones en vivo. Con públicos diferentes se expuso el tema añadiendo una mirada humorística en un caso y sin esta modificación para el otro grupo. En el anexo 1 se presenta un ejemplo de la encuesta empleada para este ejercicio.

Las encuestas, anónimas o no, resultan una herramienta muy útil también para obtener información preliminar, por ejemplo, conocer la percepción del público objetivo sobre un determinado tema. En el anexo 2 se presenta una encuesta utilizada con un público abierto, es decir sin haber seleccionado previamente un grupo focal, para evaluar la percepción que se tenía sobre conceptos científicos. Trabajo también realizado desde el grupo GFIF.

2.9 Influencia de las redes sociales

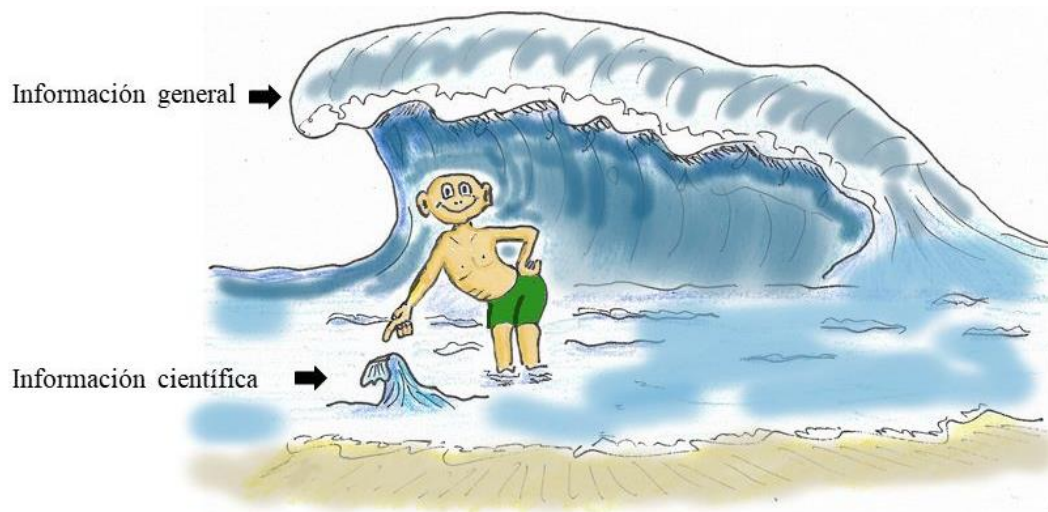
La circulación de información científica falsa o malinterpretada, la creencia de complots conspirativos, el negacionismo, etc. no son acciones o ideas que sean producto de la modernidad. Como ha sido mencionado anteriormente históricamente se ha promocionado desde curas milagrosas a generar pánico en la población como cuando la compañía de teatro de Orson Wells representaron en 1938 en la cadena radial CBS, una adaptación de la obra de Herbert George Wells (H.G. Wells): La guerra de los mundos en la cadena radial CBS, o muchos años antes cuando la prensa llamada: amarilla, vaticinaba el fin del mundo cuando pasara el cometa Halley en 1910 producto del tóxico gas que extinguiría toda forma de vida en la tierra o incluso las predicciones (Trula, 2020) menos trágicas que se hicieron ante el denominado Y2K, es decir todos los problemas que surgirían en los sistemas de computación en el año 2000.

La sociedad ha podido convivir con esta situación durante muchos años sin embargo la aparición de la Internet en los años 90 y especialmente con el advenimiento de las redes sociales el panorama ha cambiado drásticamente por el efecto amplificador de las mismas. De este modo se puede prever que a pesar de todas las fuentes de información disponible si se toma una información puntual: por ejemplo, la trayectoria del asteroide 2024 YR4, descubierto en el año 2024, del cual se conoce (en el momento de redactar este documento) que tiene casi un 1,3 % de posibilidades de impactar la Tierra en diciembre de 2032; se puede esperar que circule en redes sociales todo tipo de afirmaciones catastróficas como si aún estuviéramos en 1910 cuando nos visitara el cometa Halley.

Como lo afirma Yuval Noah Harari en su obra *Nexus. Una breve historia de las redes de información desde la edad de piedra hasta la IA*, planteando una analogía entre la aparición de la imprenta y la internet: “quienes conectan la imprenta con la ciencia dan por sentado que producir y difundir más información lleva inevitablemente a la gente a la verdad”, es decir que nuevamente sería un error considerar que por garantizar el libre acceso a una enorme cantidad de información pueda por sí mismo garantizar el fortalecimiento del espíritu crítico en la población.

Figura 12

Información científica en un “tsunami” de información en redes



Mencionar redes sociales implica hablar de la tecnología accesible para poder navegar por ellas. Hasta años recientes pocas personas podían trabajar con los primeros computadores, que no tenían un interfaz amigable e implicaba que los usuarios debían formarse necesariamente en

lenguajes de programación. La situación cambiaría radicalmente con la aparición en el mercado de un conjunto de aplicaciones de fácil uso por los usuarios, por ejemplo, a través de Microsoft Office® y la posibilidad de utilizar la red internet se abre un enorme campo de acceso global a información. La revolución siguiente sería la posibilidad no solo de acceder fácilmente a la red sino también la de crear contenido. Esto lógicamente como resultado de la evolución tecnológica de la telefonía móvil.

Para el año 2024 se estimaba la presencia de más de 7 mil millones de teléfonos inteligentes y cerca de 5 mil millones de usuarios de estos sistemas (Sajan & Sapkota, 2025) Expresado de otra manera es como si en promedio el 80% de la población mundial tuviera disponible uno de estos recursos. Estas cifras dan una idea general de puntos de acceso inmediato a información de interés. Sin embargo, esto no garantiza, como ha sido verificado una y otra vez, necesariamente una revolución a nivel de pensamiento y formación. Incluso ha motivado que muchas personas, especialmente en la franja infantil y juvenil, acudan a estos sistemas para su entretención alejándose de cualquier contacto con la naturaleza. Esta situación condujo incluso a plantear el término “Síndrome de déficit de naturaleza” por Richard Louv en el año 2005 (Louv, 2005) para describir esta especie de trastorno propio de este milenio.

Este preocupante panorama motivó reflexiones sobre cómo podría aprovecharse esa nueva realidad tecnológica para tratar de revertir ese distanciamiento con la naturaleza. En este sentido se propone, por ejemplo, aprovechar el atractivo de la gamificación, esto es aplicar las características de juegos como herramientas de aprendizaje. Para tener una idea de la oportunidad que esto implica basta considerar los millones de personas que participan en actividades de juego, en algunos casos durante más de 40 horas semanales. Existen actualmente numerosos ejemplos de introducción de esta enseñanza basada en juegos y recompensas, por lo que resulta un ejemplo de cómo adaptar los cambios culturales producidos por nuevas tecnologías para usarlos en contextos no lúdicos.

Algo comprobado durante la reciente pandemia fue la distribución de noticias falsas (*fake news*) especialmente con relación a la utilidad de las vacunas. El impacto causado desde las redes sociales condujo a nuevas definiciones relacionadas con la intencionalidad detrás de la circulación de esas noticias, fue así que por primera vez se comenzó a utilizar la palabra *infodemia*. En el

mismo sentido se prestó atención a términos como desinformación, información errónea o mal información (Cherilyn & Posetti, 2020).

Desinformación: información equivocada que se difunde para causar algún daño.

Un ejemplo de desinformación sería mencionar que un determinado producto farmacéutico produce graves efectos secundarios a diferencia de otro que se desea ubicar en el mercado.

Información errónea: información falsa que se difunde sin intención de causar un perjuicio ya que se ignora que está equivocada.

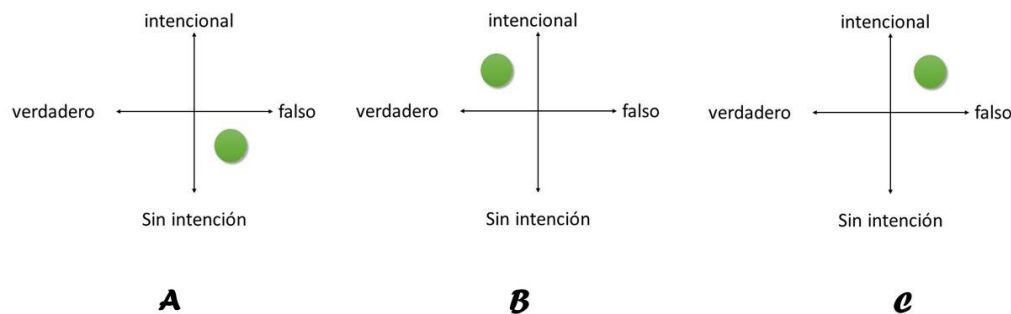
Propagar información errónea probablemente sea la más antigua manera en que circulaba la información equivocada, propia del ‘boca a boca’, donde una persona, por ejemplo, recomienda un determinado fármaco porque le han contado que es muy bueno para tratar una determinada molestia.

Mal información: información verídica, sacada de contexto que se difunde con el propósito de causar un perjuicio

Ejemplo de mal información o información maliciosa podría ser el hacer una campaña contra un determinado tratamiento farmacológico porque se toma un efecto adverso, que puede ser real, pero sin mencionar el bajo porcentaje en que se presentó en los estudios previos, o si fue observado en animales de experimentación y no en estudios clínicos con pacientes humanos. Cabe aclarar que este tipo de situaciones no es privativo de la comunicación científica ya que se observa cotidianamente en otros campos, especialmente en política.

Figura 13

A: Información errónea, B: Mal información, C: Desinformación



Nota Fuente Adaptado de Sijing Chen, Lu Xiao, Akit Kumar, Spread of misinformation on social media: What contributes to it and how to combat it, Computers in Human Behavior, [Volume 141](#), April 2023, 107643)

Resulta claro entonces que se trata de una situación que en épocas donde un grupo reducido de la población mundial tenía algún tipo de acceso a información científica podía tal vez no resultar en un impacto negativo importante, sin embargo con el acceso masivo a redes sociales; baste mencionar que según información de la UNESCO el 79% de los jóvenes de 15 a 24 años de todo el mundo utilizaban internet para el año 2023 (Unesco, s.f.) la situación ha escalado a magnitudes preocupantes y ante las cuales se deben considerar acciones para contrarrestar el efecto negativo que pueda amplificarse en redes.

Al panorama anterior debe sumarse también la acción de los creadores de contenido quienes cuando al abordar información científica pueden ser de gran utilidad en la medida que puedan colaborar en el proceso de comunicación junto a periodistas especializados e investigadores científicos. Pero la propia característica de la información mediática, cortos mensajes y publicaciones constantes puede conspirar contra una correcta información científica.

Otro aspecto sobre el que se presta atención actualmente en el proceso de comunicación científica y la mayor o menor dificultad de detectar la seriedad de la misma, es el empleo de distintas falacias al momento de informar a la sociedad (Ruggeri, 2024).

Falacia: razonamiento no válido con apariencia de razonamiento correcto

2.10 De sesgos y falacias

Un aspecto importante para tener en cuenta en el momento de generar una estrategia de comunicación se relaciona con posibles sesgos y/o falacias que pudieran estar presente en el público objetivo.

Estos conceptos, muchos derivados del área de la psicología social en los años 50 a 80 de del siglo anterior, resultan de utilidad por ejemplo al momento de crear campañas para imponer en el mercado un determinado producto. De esta manera a partir de la comprensión de como pensamos es posible generar mensajes que hagan atractivo algo con interés comercial.

Lo anterior funciona bien si se trata de un publicista creando una estrategia de mercadeo, pero se convierte en un problema cuando se trata de comunicación pública de la ciencia ya que estos sesgos o falacias pueden hacer difícil, sino imposible, la aceptación de la información que se desea transmitir cuando esta va en contra de sus creencias previas.

El tema es muy amplio y profundo y excede el alcance previsto para este documento, sin embargo, se pueden mencionar algunos ejemplos que sirven como ilustración:

- **Disonancia cognitiva**

Cuando ante la discrepancia entre la creencia previa y una evidencia en sentido contrario se intenta forzar la nueva información para que siga vigente el pensamiento inicial. De este modo si se está convencido que la tierra es plana, que una determinada planta cura múltiples enfermedades o que las vacunas son malas para la salud; la persona puede apelar a explicaciones alternativas, teorías conspirativas, etc. que le permita reafirmar sus creencias iniciales.

- **Sesgo de confirmación**

A diferencia del caso anterior se evita la discrepancia seleccionando solamente la información que confirme las creencias previas ignorando las evidencias que vayan en sentido contrario. Para el caso de personas que consideran que las vacunas o un medicamento puede ser malo para la salud, tomarán solo el dato de posibles efectos adversos sin tener en cuenta o desconociendo, por ejemplo, el concepto de eficacia de los mismos.

- **La paradoja de la elección**

Este concepto introducido a principios del siglo XXI resulta cada vez más vigente en la medida que se relaciona con la insatisfacción que se produce cuando se deben tomar decisiones y existen numerosas alternativas entre las cuales elegir. Aparentemente este comportamiento no estaría directamente relacionado con la comunicación científica, sin embargo, si se considera la enorme

cantidad de información de todo tipo que reciben diariamente los usuarios de redes sociales resulta cada vez más difícil seleccionar cual fuente seguir, en quien confiar.

¿Como saber si es verdad que el veneno de la araña errante brasilera provoca priapismo (erección)? Si, es verdad y también lo produce la araña bananera (*Phoneutria nigriventer*) presente en Colombia, pero ¿quién distinguirá lo correcto de esta información frente a muchas otras haciendo referencias a milagrosos usos de las arañas?

- Falacia de composición y división

Este comportamiento suele encontrarse frecuentemente cuando se consulta la opinión de la sociedad sobre la ciencia y/o los científicos. Se trata básicamente en generalizar un comportamiento o resultado puntual y atribuirlo a toda una comunidad. Puede darse dentro de diversas profesiones y para el caso relacionado con ciencia no colabora en fortalecer, o crear, la confianza de una sociedad con una formación básica en los productores del conocimiento científico. De esta manera si existe alguna idea errada del comportamiento de los científicos la misma se reforzaría si se conoce que un determinado grupo de investigación ha actuado de manera irresponsable cometiendo fraudes al momento de reportar sus resultados. Esta situación de modo alguno puede generalizarse a toda la comunidad global de investigadores, pero ante el desconocimiento de los mecanismos de control y verificación al interior de la comunidad científica lo más probable es que aumente la brecha existente entre esta comunidad y la sociedad.

- Cascada de disponibilidad

Este aspecto probablemente refleje una creciente preocupación ante el acceso descontrolado de noticias (infodemia), ya que no se dedica demasiado tiempo a analizar e interpretar una información resumida en pocos caracteres atractivos. Esto resulta particularmente importante relacionado con el manejo de datos estadísticos, frases como “comprobado científicamente”, “9 de cada 10 profesionales lo recomiendan” “elimina el 99.9 de las bacterias” aparecen frecuentemente en lo que se ve, lee y escucha. Otras expresiones pueden ser más detalladas como “científicos encuentran que beber una copa diaria de vino mejora el sistema cardíaco” (es una frase inventada no tomarla en serio por favor). Seguramente la noticia no incluirá de qué manera llegaron a esos resultados, cual fue el experimento utilizado, si fue a nivel de laboratorio o en animales de experimentación, etc. tampoco se incluirá información detallada sobre cual o cuales compuestos químicos se consideran benéficos de acuerdo a un determinado mecanismo de acción, y la mejora anunciada en

qué consistiría realmente. Todo esto no estará incorporado en la información y si lo está (quedan dudas en este sentido) nadie se tomaría el tiempo de leer y comprender todo aquello.

En resumen, se podría relacionar este comportamiento con un uso abusivo o al menos parcializado de los datos estadísticos o, en el peor de los casos, no tenerlos en cuenta, porque después de todo “si lo afirman los científicos debe ser cierto”

- Efecto Marco

Este concepto se relaciona con la toma de decisiones en situaciones donde está implicado algún riesgo. Desde la mirada del proceso de comunicación científica se puede ligar este efecto para comprender el éxito de las pseudociencias frente a la información generada en los centros de investigación. En este sentido una de las razones por las cuales se prefieren las soluciones ofrecidas desde las prácticas definidas como pseudociencias tiene que ver con la manera en que se presenta la información científica. Es decir que puede tratarse de algo verosímil (que no es lo mismo que verídico) pero la decisión del consumidor se consigue a través de la manera en que se presenta la información. En este contexto no sería equivalente, en cuanto a la toma de decisiones, informar que un determinado tratamiento tiene un 90% de eficiencia con otro que tenga un 10% de fallas o falibilidad. Aunque se tratan de la misma calificación seguramente el 90% atraerá su atención.

- Sesgo del Status Quo

Este comportamiento se relaciona con la manera en que se aprovechan los conocimientos previos para resolver un determinado problema.

Si un procedimiento ha funcionado todo el tiempo, ¿Cuál es la necesidad de cambiarlo?, suele ser la opinión de todos aquellos refractarios modificar hábitos de consumo o incorporar nuevos procedimientos. Especialmente con personas adultas, particularmente adultos mayores, es donde se puede encontrar la mayor resistencia cambios sugeridos en alguna información científica que se desea transmitir.

“la abuela desayunaba todos los días con una copa de aguardiente y murió a los 98 años, ¿Por qué razón el consumo de alcohol puede ser malo para la salud?” y de aquí a plantear un interesante complot internacional hay un pequeño paso.

2.11 Acciones sugeridas

Teniendo en cuenta la innegable presencia de las redes sociales en todos los ámbitos de la sociedad actual resulta difícil, sino imposible, impedir que la correcta información científica llegue

de la manera deseada al o los públicos objetivos. Se debe trabajar por tanto en este nuevo público usuario habitual de este recurso de comunicación.

Un aspecto al que se le deberá en cuenta en un futuro cercano es trabajar en la alfabetización mediática e informacional (AMI), reconocida por la UNESCO como “el conjunto de habilidades indispensables para fomentar el pensamiento crítico en medio del paisaje digital en constante evolución” (Unesco, 2024, párr. 1), habiéndose creado en este sentido un currículo de alfabetización mediática e informacional, disponible en versión digital

Como parte de esa nueva formación mediática se debe prestar atención a los recursos existentes para comprobar la veracidad de las noticias circulante en redes sociales. Muchas de ellas se presentan de manera verosímil lo que no implica que sean verídica como fue mencionado anteriormente.

Verídico es algo que es real o se ajusta a la verdad mientras que verosímil es algo que parece verdadero o es creíble.

De este modo es imperioso que, ante la duda sobre cierta información circulante, y antes de redistribuir la misma las personas se tomen el tiempo necesario para verificar la seriedad del contenido. En este sentido existen distintas agencias verificadoras de noticias, conocidas también como *Fact Checking* o también conocido como periodismo de verificación, de las cuales se reporta que funcionan ya unas 300 en más de 80 países (Koop & Dinerstein, 2022), otras donde se puede reconocer si una práctica corresponde a una pseudociencia, así como sitios útiles para reconocer teorías conspirativas. A las anteriores también puede recomendarse el sitio inglés *fullfact.org*.

También es posible consultar sitios oficiales donde se mantiene un listado actualizado de pseudociencias elaborado a partir del estudio de cada caso. Este ejercicio de verificación previa es sin duda una primera medida para disminuir lo que se conoce como: desinformación mediática (European Commission, s. f.).

Especialmente para los comunicadores científicos es recomendable también acudir a sitios confiables sobre novedades científicas como *EurekaAlert!* de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS por sus siglas en inglés).

La desinformación viaja más rápido que la información real

Como apoyo adicional resulta interesante analizar la completa información alrededor de las características de la desinformación, presentada en formato de infografía y que se incluye en el Anexo 3.

2.12 Elaboración de un plan de comunicación científica

Teniendo en cuenta todos los aspectos que se deberían tener en cuenta al momento de diseñar un proceso de comunicación pública de la ciencia, es claro que luego de un adecuado análisis de contexto en el cual se dará esta comunicación, es conveniente elaborar una estrategia que permita optimizar los distintos recursos disponibles. Para esta estrategia se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tecnologías de comunicación se van a emplear, considerando que favorezcan la obtención de indicadores
- Durante cuanto tiempo se realizará el proceso, cuál será la profundidad que se pretende y si contempla campaña de expectativa en redes antes de presentar la actividad o producto principal. Esto último es importante ya que en algunos casos se tendrá un público objetivo que de partida no tendrá interés alguno en ser receptor de información científica. Puede ser interesante en este sentido diseñar actividades previas para captar la atención y generar curiosidad sobre el tema que se desea transmitir.

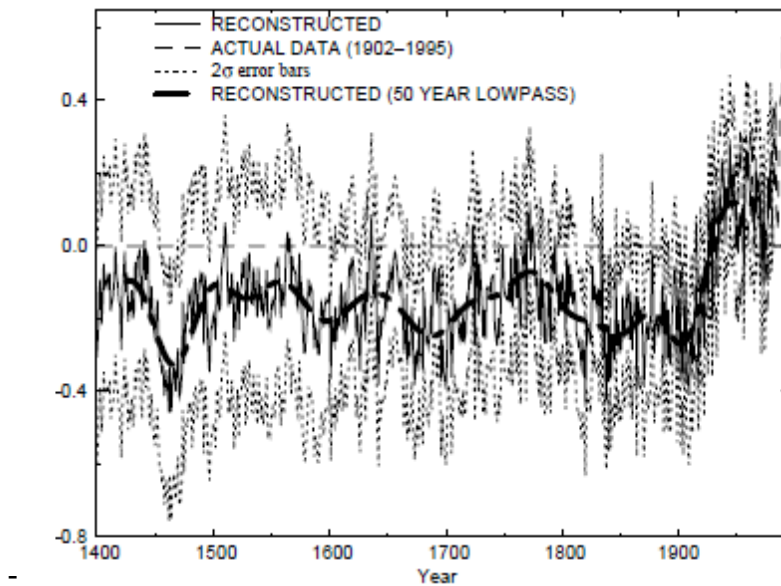
En este sentido se pueden emplear recursos para llamar la atención como el que fuera empleado para invitar a contestar una encuesta sobre percepción de la ciencia en una investigación del grupo GFIF de la Universidad de Antioquia (Anexo 2). En este caso se utilizó el siguiente volante que se repartió en la vía pública donde se incluía el código QR que permitía acceder a la encuesta.

Figura 14
Volante Empleado



- Productos se espera tener al final del proceso de comunicación, libros, cartillas, etc.
- Dependiendo el público objetivo qué tipo de recursos se podrán emplear para optimizar la percepción sobre el mensaje que se desea transmitir. En este sentido resulta importante considerar el valor de infografías adecuadas (Salinas, 2023).
- El uso de elementos no verbales, como gráficos, fórmulas químicas, personajes, etc. (Tal & Wansink, 2016). Aquí se podría recordar la frase “una imagen vale más que mil palabras”, por ejemplo, la gráfica conocida como *Hockey Stick* donde se observa inmediatamente el aumento notorio de la temperatura de la temperatura del hemisferio norte, con relación a la media entre los años 1961 a 1990. En esta impactante gráfica se aprecia fácilmente que la temperatura ha variado alrededor de esa media desde el año 1000 hasta fines de los 90, pero en las últimas décadas comenzó a desviarse de esa media en un incremento que aún no se ha detenido. Esta variación tiene la forma de “palo de Hockey” a que hace mención su nombre.

Figura 15
Curva “Palo de Hockey”



Nota. Fuente <https://www.nature.com/articles/33859#Abs1>(Mann et al., 1998).

De todas maneras, a este consejo también se le debe ahora añadir una observación que probablemente vaya en sentido contrario, o que provoque que aquella frase sobre las mil palabras pase rápidamente al olvido, debido a las posibilidades actuales que brinda la Inteligencia Artificial Generativa. Es por esta razón que el uso responsable de este recurso digital implica que se informe que ha sido utilizada la IA para generar la imagen o video empleado en la estrategia de comunicación. De otro modo es de esperar que este nuevo recurso favorezca la transmisión de información falsa.

Una mirada más detallada sobre la característica del público objetivo puede llamar la atención sobre aspectos importantes tales como (Rodríguez, 2019).

- Grado de interés y formación que tenga el público sobre el tema
- Fuentes de información a las que recurre habitualmente
- Comprensión de conceptos científicos y métodos de la ciencia
- Las actitudes frente a los efectos y límites de la ciencia
- Imagen del científico.

Esta es información clave para analizar cómo es la percepción sobre la ciencia que tiene el público objetivo.

Si bien la estrategia estará orientada a ese determinado sector de la sociedad también debe tenerse en cuenta que, si se comparte información a través de las TICs disponibles actualmente, esta información podría llegar a un público más amplio lo cual podría asumirse, si no se plantean restricciones para el ingreso, como una oportunidad (o un desafío) de hacer llegar el mensaje a un auditorio ‘infinito’. Una sugerencia que puede resultar de utilidad en la elaboración de un plan de comunicación es el manejo de una lista de comprobación (*check list*) del tipo mostrado en el anexo 4.

Se mencionó anteriormente que la adecuada estrategia de comunicación surgirá luego del análisis del contexto en el que se dará la misma. Dentro de este contexto se debería tener en cuenta la actitud del público objetivo, es decir cuál es la expectativa que tiene esa población con relación a la comunicación de la información científica. En este sentido normalmente los debates principales se dan al interior de la comunidad científica y se tiene en cuenta solamente cual es la percepción de la ciencia que pueda tener la sociedad, sin embargo, el conocer las opiniones y percepciones sobre el proceso de comunicación por parte de la ciudadanía es un insumo muy importante. A modo de ejemplo se puede mencionar un reciente estudio realizado en los Países Bajos, donde se evaluó el interés público sobre la comunicación científica mediante encuestas y trabajo con grupos focales (Smeets et al., 2025). Algunos de los resultados obtenidos pueden ser extensivos a otros grupos de estudios, especialmente en la opinión favorable de los participantes sobre la comunicación científica y el rol de los investigadores en este proceso, a la vez que se expresa una preocupación por considerar no poseer los conocimientos previos necesarios para comprender esa información.

Se destaca entonces la importancia de conocer la postura inicial del público objetivo y no mantener el debate solo al interior de la comunidad científica y/o de los comunicadores.

Luego de este breve recorrido se comprueba que el proceso de comunicación pública de la ciencia implican muchas consideraciones y no se trata simplemente de tomar un tema de interés y presentarlo a la sociedad. Si no se realiza de manera estratégica se corre el riesgo de estar enviando un mensaje sin un destino claro, algo así como poner a circular un mensaje en la botella en el mar de información circulante.

3. Herramientas para la divulgación científica

Una vez analizado el complejo panorama que implica la comunicación pública de la ciencia, se abordarán a continuación algunos recursos de comunicación que pudieran resultar de utilidad dependiendo del mensaje y público objetivo en cuestión.

3.1 El humor como herramienta de comunicación

Captar la atención a la sociedad desde la academia es una tarea no exenta de dificultades. No solo implica modificar el lenguaje técnico que se emplea dentro de la comunidad de los investigadores, tratar de explicar conceptos científicos de manera sencilla sin que se generen ideas equivocadas, etc., sino que se debe vencer la resistencia por parte de los investigadores a vincularse a este complejo proceso.

Desde el punto de vista de la divulgación científica la importancia no radica solo en la transmisión de información científica, sino que se debe lograr el respeto y confianza de parte de la sociedad a los generadores de ese conocimiento. Esto último probablemente sea un objetivo de los más complicados de conseguir teniendo en cuenta la ‘competencia’ de otras opciones mucho más atractivas como es el caso de las pseudociencias.

En algunas áreas del conocimiento como es el caso de la astronomía resulta relativamente sencillo captar la atención del público cuando se trata de información que implica gran espectacularidad, misiones espaciales, descubrimientos lejanos, etc. En otros casos, como en química o biología, puede resultar útil llamar la atención mediante llamativos experimentos o mostrando comportamientos sorprendentes de especies animales o vegetales. Es decir que la “espectacularidad” resulta de gran ayuda para captar esa atención inicial necesaria para luego desarrollar el tema de interés, sin embargo en otras áreas de la ciencias básicas, o en temas más profundos como podría ser el caso de las partículas fundamentales de la materia, taxonomía de especies vegetales, simulación del rol de un intermediario en una reacción química o la resolución de un complejo sistema de ecuaciones, son temas que a priori serán más complicados al momento de llamar la atención.

Al margen del tipo de contenido científico es posible considerar recursos humorísticos para facilitar el proceso de comunicación pública.

No es necesario ponerse serios para hablar de cosas serias
--

Emplear el humor cuando se habla de ciencia no siempre ha sido considerado un recurso adecuado por la comunidad científica, acostumbrada a manejarse en un espacio donde la solemnidad y serios discursos parecen ser necesarios para resaltar la relevancia de sus trabajos. Es por esto por lo que normalmente es esta comunidad donde aparecen los primeros detractores de este modo de comunicar, algo que se considera con cierta lógica y que ha llevado a que se considere que si se cuenta con ese rechazo es una señal positiva, algo como “Ladran Sancho, señal que cabalgamos” para la comunicación pública de la ciencia.

Figura 16
Humor y científicos



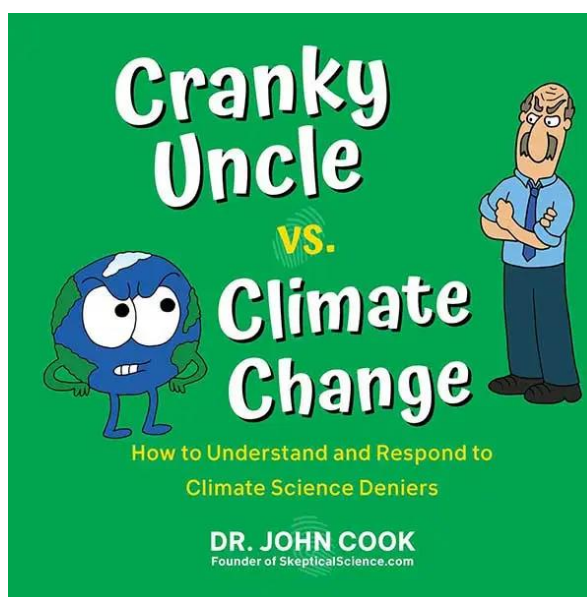
Lo anterior seguramente se evitaría si se fuera consciente del verdadero sentido de divulgar ciencia. Muchas veces se teme que de esta manera la ciencia se vulgariza, algo que efectivamente ocurre ya que se trata de llevar el conocimiento científico a quienes no lo poseen (el vulgo).

Divulgar: poner al alcance del público algo

Vulgo: conjunto de las personas que en cada materia no conocen más que la parte superficial.

Es tanta la ‘seriedad’ que implica el uso del humor, que ha sido objeto de numerosas investigaciones: el humor satírico relacionado con temáticas ambientales (Skurka & Lee Cunningham, 2023), riesgos de polarización cuando se emplea el humor en artículos sobre medio ambiente en Portugal (Pinto & Riesch, 2017), aplicando stand up para hablar de cambio climático como parte del proyecto Inside the Greenhouse de la Universidad de Colorado (Boykoff & Osnes, 2019), proyecto de stand up realizado por científicos apoyados por un comunicador y un actor profesional (Pinto et al., 2015), uso del comic en la comunicación científica (Farinella, 2018), estudio de la comedia científica generada a partir de la experiencia de *The Big Band Theory* (Bankes, 2023), comedias realizadas por estudiantes (Osnes et al., 2019), uso del humor para contrarrestar la desinformación (Yeo & McKasy, 2021), el efecto de estimular el humor incorporando risas en videos (Yeo et al., 2020); para mencionar solo algunos de ellos. A estos ejemplos podría añadirse el destacado trabajo realizado por John Cook, de la Universidad de Melbourne utilizando el género del comic para diseñar la aplicación gratuita *Crankly Uncle* para abordar de manera entretenida temas relacionados con el calentamiento global. Este es un ejemplo de lo que se conoce actualmente como gamificación o ludificación es decir la utilización de elementos de los juegos para motivar y enseñar en distintos hábitos (Kc & Sapkota, 2025).

Figura 17
Crankly Uncle



Nota. Fuente [www. https://crankyuncle.com/](https://crankyuncle.com/)

Si aún quedaran dudas sobre la ‘seriedad’ de emplear humor cuando se habla de ciencia se debe recordar el globalmente conocido IgNobel, organizado desde el prestigioso MIT de la ciudad de Massachusetts, quien con el acompañamiento incluso de premios nobeles, con la premiación de cada año a las investigaciones improbables, destaca su lema “Investigación que hace reír...y luego pensar”.

Debe tenerse en cuenta de todos modos que, a diferencia de lo que acostumbramos a leer en una sección del *Reader’s Digest*, la risa no es un remedio infalible cuando se trata de transmitir información científica ya que pueden aparecer posibles obstáculos como es analizado desde la sociología del humor (Riesch, 2015).

3.1.1 El humor en literatura científica

Dentro de los distintos géneros literarios la ciencia ficción sin duda ha sido un pilar fundamental para el acercamiento de la sociedad a los distintos avances científicos, especialmente cuando se verifica que muchos ellos pasan en algún momento de la ficción a convertirse una realidad.

En este campo literario es inevitable citar a Isaac Asimov quien en muchas de sus obras supo combinar el humor con la ciencia, baste recordar el delirante escrito en formato de trabajo científico *The Endochronic Properties of Resublimated Thiotimoline* del año 1948 (“Tiotimolina”, 2025).

Sin embargo, el empleo del humor en comunicaciones científicas no es un género que nace en el siglo XX. Si nos remontamos al siglo XVII tenemos una obra cumbre de literatura científica escrita con una enorme dosis de ironía. Se trata de *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, escrito en el año 1632 por Galileo Galilei (Mlodinow, 2018). En esta obra presenta su visión heliocentrista de acuerdo con lo propuesto Copérnico, idea que iba en contra del concepto geocentrista que establecía la Iglesia Católica en ese momento. Para plantear este debate apela a la conversación entre tres amigos: uno neutral, otro con argumentos en favor de la teoría copernicanas y un tercero, con el nombre de Simplicio, en quien caricaturizaría la postura de la Iglesia. Esto le valió tener que abdicar públicamente de sus ideas el 22 de junio de 1633 a sus 69 años.

El empleo del humor en la redacción sin duda colabora para generar una obra entretenida, y por tanto que captará rápidamente la atención del curioso lector. Dentro de los innumerables ejemplos que se pueden encontrar en la literatura mundial se puede ejemplificar la utilidad del

recurso con el trabajo realizado por Alberto Díaz Añel en la Universidad Nacional de Córdoba en la República Argentina. Este doctor en Química Biológica y especialista en Comunicación Pública de la Ciencia y Periodismo Científico, es el autor de un par de libros, los cuales bajo el título: *Ciencia Monstruosa* y *Ciencia Monstruosa 2* respectivamente, emplea de manera divertida el recurso de retomar las características de personajes de ficción ampliamente conocidos por el cine tales como: Frankenstein, La Momia, El Hombre Lobo, etc. para abordar distintos conceptos de ciencias desde las características de la sangre, enfermedades de la piel, funcionamiento del cerebro o rol del ADN en la formación de proteínas, de manera más que entretenida (Díaz Añel, 2016).

3.1.2 La ironía para combatir las pseudociencias

En un mundo con personas inescrupulosas que se lucran con el dolor ajeno brindando falsas esperanzas y otras consiguen seguidores en redes sociales afirmando tener poderes para conversar con extraterrestres, desde la literatura es posible llamar la atención sobre lo absurdo de este tipo de propuestas utilizando la ironía para criticar y ridiculizar las mismas. En este sentido José David Ruíz Álvarez, del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia y el autor de este documento y prepararon un texto bajo el llamativo título: *1^{ra} Guía Completa de Pseudociencia, Mitos y otras Carretas (primera parte)*, donde aprovechan la experiencia adquirida en distintas presentaciones y podcast para analizar de manera burlona distintas costumbres y creencias refutadas desde la ciencia. Este libro fue socializado en distintos espacios, entre ellos en la Universidad EAN en la ciudad de Bogotá y en la Feria del Libro de la misma ciudad en el año 2023.

Ironía: Burla fina y disimulada. Expresión que da a entender algo contrario o diferente de lo que se dice, generalmente como burla disimulada.

Se debe tener en cuenta que el uso de la ironía, la sátira o la parodia para transmitir información científica a la sociedad pueden resultar recursos válidos, siempre que el público objetivo comprenda que se está usando esos recursos y no que tome de manera literal lo que se afirma.

3.2 Revistas de divulgación científica

Otro espacio literario que ha demostrado ser de gran utilidad para acercar la ciencia a la sociedad son las revistas especializadas dedicadas a este ámbito. Desde las tradicionales *Scientific American* (creada en 1845), *Popular Science* (creada en 1872), *National Geographic* (creada en el 1888) o *La Recherche* (creada en 1946); es posible contar actualmente con una gran cantidad de

publicaciones periódicas de este tipo donde se presentan temas científicos en un lenguaje comprensible por el público objetivo.

A nivel nacional se encuentran ejemplos de materiales generados en Universidades públicas y privadas. En la Universidad de Antioquia se producen materiales de divulgación, algunos generados desde alguna unidad académica, o como el caso de la revista Experimenta, desde la Vicerrectoría de Investigación.

En el capítulo siguiente se mencionará con mayor detalle la experiencia adquirida de cara a la preparación de artículos de divulgación, sin embargo, en esta parte del documento se puede retomar la idea del uso del humor para llamar la atención del público objetivo, en este caso del lector de la revista. Dentro del contenido de cada número se presenta una sección, conocida como ciencia cotidiana, donde se abordan conceptos científicos en el formato de cuento donde un par de personajes van dialogando sobre distintos aspectos curiosos cotidianos. Con el mismo propósito se incluye un personaje, llamado el Alkimista, quien presenta, de manera gráfica datos curiosos relacionados con alguno de los artículos presentados esa edición.

Un aspecto importante de las revistas de divulgación es que se debe contar con un Comité Editorial, o Equipo de Producción para el caso de producción radial o audiovisual, el cual debe actuar como defensor del consumidor de la información científica, dada la relevancia del tema.

Escribir un artículo para una revista de divulgación implica tener en cuentas aspectos que probablemente sean muy diferentes a los que los investigadores están habituados cuando ponen a consideración sus proyectos ante sus pares.

3.3 Escribir para divulgar

Si bien las distintas herramientas de comunicación disponibles actualmente implican un entrenamiento particular, una habilidad que se puede trabajar y resultará de utilidad para cualquier recurso que se emplee, es la destreza en escritura para divulgar.

Como fue mencionado antes la divulgación científica por medio impresos, especialmente en formato de revistas, tiene una reconocida antigüedad. En estos productos se cuenta normalmente con la presencia de profesionales con experiencia en periodismo científico. De este modo son los encargados de las entrevistas a investigadores y de resumir en un solo artículo distintas informaciones sobre un mismo tema. También se destaca en estas publicaciones el apoyo de

imágenes de alta calidad, gráficos e infografías, para hacer un producto atractivo y despertar el interés del lector.

Una situación relacionada con la mayor aceptación por parte de los investigadores a comunicar su trabajo los ha convertido en nuevos actores en este proceso de comunicación. Son ellos los encargados, muchas veces, de redactar documentos donde se ven ante la exigencia de utilizar un lenguaje comprensible sin que se pierda de vista la relevancia del conocimiento que se desea compartir. Esto sin duda plantea un desafío para profesionales acostumbrados a comunicarse de manera efectiva dentro de la comunidad científica.

Teniendo en cuenta que el material escrito puede corresponder a distintos formatos se pueden hacer distintas sugerencias particulares para cada caso.

3.3.1 Columnas de opinión

Este formato se caracteriza por las limitaciones de extensión que suelen exigirse desde la publicación. Esto conduce a tener que organizar las ideas sobre las cuales se desea compartir una opinión para que resulten claras para el lector. En estos casos no suelen acompañarse de ilustraciones del tipo que se emplean en artículos científicos. La ayuda de imágenes llamativas puede reforzar el mensaje. Solo debieran incluirse datos numéricos que ayuden rápidamente a comprender la situación que se desea plantear y no que requieran un análisis detallado por parte del lector. En estos casos la elección de un título llamativo puede resultar importante para captar la atención e invitar a la lectura.

Al igual de lo recomendado con el documento que resume todo el trabajo de investigación durante una formación de posgrado, se debe intentar partir de una situación general y que genere curiosidad, pasar al nudo del mensaje que se desea transmitir y dejar un cierre que permita abrir reflexiones por parte del lector. A diferencia del trabajo de tesis ahora se debe conseguir atravesar estos tres momentos, en un espacio limitado de palabras o caracteres, empleando un lenguaje sencillo. En las siguientes referencias se pueden apreciar algunos ejemplos de este tipo de comunicación (Vázquez, 2018, 2024; Vázquez & Álvarez, 2022).

3.3.2 Artículos de divulgación

En la escritura de un artículo para una revista de divulgación el autor científico, se enfrenta a desafíos particulares ya que debe transmitir información sobre un tema que domina, contar

experimentos que realiza, mostrar resultados que justifican el estudio; pero dejando de lado el apasionamiento que seguramente lo alienta a realizar ese trabajo y no olvidar que sin importar de la relevancia u originalidad que pueda tener el mensaje que desea comunicar, si no lo hace en un lenguaje comprensible será imposible que sea interpretado correctamente.

En este caso es muy importante, a diferencia de lo que sucede con las publicaciones científicas, tener en cuenta el público objetivo al que se dirige la revista de divulgación. Si es juvenil, infantil, adulto, etc. partiendo de la base en que el mismo no tiene la formación académica del autor. En este sentido, en algunos casos se suele recomendar que una vez finalizada la escritura se haga leer el borrador a alguien del entorno cercano al autor, familiares, amigos, etc.; de la edad del público objetivo y se corrobore si resulta comprensible para esa persona.

Dado que el artículo estará en compañía de otros artículos de divulgación en el mismo número de la revista se debe tratar de llamar la atención del lector desde la construcción del título. Esto por supuesto es algo ajeno a la experiencia del autor investigador ya que en la comunidad científica normalmente existirá un público concreto, el que trabaja en el mismo campo del tema que se presenta, que leerá el artículo sin necesidad de títulos llamativos. Por esta razón cuando se trata de un artículo de divulgación científica se cuenta con la libertad creativa de comenzar el mismo con un título que no presente directamente el contenido, sino que llame la atención. Por ejemplo, podría tratarse de una historia relacionada con restos de un cuchillo de hierro encontrado en una determinada excavación arqueológica, donde una comunidad dominaba la técnica de extraer el metal de un mineral presente en la zona. Un artículo científico podría comenzar con un título como: ‘Evidencia del manejo de metales en la cultura...’ para pasar luego a detallar la introducción sobre el tema, la metodología empleada, los resultados obtenidos y las conclusiones a las que llegaron, soportadas en las referencias incluidas al final del artículo. Por el contrario, si se tratara de un artículo de divulgación científica, se podría tomar la libertad de titularlo como: ‘Un cuchillo extraterrestre’. Evidentemente llamaría la atención para entender a qué se refiere ese título. El artículo posteriormente podría hacer referencia que ese mineral de hierro tuvo probablemente un origen extraterrestre al ser parte de un meteorito llegado a la Tierra millones de años atrás.

En cuanto al contenido se sugiere, respetando la extensión máxima establecida por la revista, separar imaginariamente el mismo en tres secciones. En la primera se puede introducir el tema del artículo de manera general y amplia, planteando cuestiones interesantes por investigar.

En la segunda parte se relaciona el punto anterior con las labores que se hacen en ese sentido desde el grupo de investigación a través de un determinado proyecto y se presentan los resultados y desafíos más interesantes encontrados hasta el momento. Por último, para el cierre del artículo se puede dejar planteado nuevamente la relevancia de abordar ese estudio y se deja abierta la posibilidad que el lector que esté interesado en conocer más de la información se ponga en contacto con el grupo de investigación.

En la elaboración de artículos de divulgación no debe perderse de vista que no se trata de un espacio de lucimiento de los investigadores sino una oportunidad para hacer conocer una labor interesante al público no especializado.

Al momento de organizar un escrito para divulgar se puede recordar lo establecido en el “Teorema de las Mil y Una Noches”:

“La comprensión de un texto es inversamente proporcional al número de conceptos desconocidos por el lector, y también al número de paréntesis internos que se van abriendo en el discurso para aclararlos” (Barrutia Navarrete, 2012, p. 131).

No sobra insistir en la importancia que cada vez más los investigadores se interesen en generar este tipo de publicaciones ya que si bien en la mayoría de los casos no implica necesariamente un reconocimiento económico para el autor, es una acción muy importante de cara a disminuir la brecha existente entre la academia y la sociedad.

3.4 Producción sonora

Una herramienta de comunicación importante ha sido, y es, la radio. La posibilidad de transmitir de manera inmediata información supuso por mucho tiempo una ventaja comparativa respecto a cualquier otro recurso de comunicación. Aparentemente condenada a desaparecer, al igual que los periódicos en versión física, ante la aparición de la internet; por el contrario, supuso una nueva posibilidad de extender de manera global su presencia al permitir la transmisión en red. Esta presencia en internet modificó también los hábitos de los consumidores de noticias al aparecer la posibilidad de hacerlo *on demand*, es decir, poder escuchar el material en cualquier momento sin depender el horario de emisión. Esta opción dio lugar al nacimiento también del podcast, palabra derivada de la combinación de *Ipod* y *broadcasting* (‘Pódcast’, 2025) una herramienta de

comunicación relativamente sencilla de producir y que ofrece una oportunidad importante para la comunicación científica.

3.4.1 Radio

Un recurso tradicional empleado para comunicar información relevante a la sociedad ha sido la radio. A nivel nacional se destaca en este sentido la labor realizada entre los años 1947 y 1998 por Radio Sutatenza, teniendo como público objetivo principalmente al campesinado colombiano (“Radio Sutatenza”, 2024).

A nivel de emisoras universitarias colombianas hacen presencia actualmente un gran número de ejemplos, transmitiendo en AM, FM y de manera virtual), transmitiendo información generada desde más de 50 universidades (Red de Radio Universitaria de Colombia, s.f.).

Desde una mirada histórica se destaca sin duda la labor de la Emisora Cultural de la Universidad de Antioquia, creada en el año 1933 constituyéndose por tanto en la primera emisora cultural de Colombia, así como la primera emisora universitaria en el espacio latinoamericano. Con su Sistema de Radio Educativa conformado por 6 emisoras de FM distribuidas en distintas localidades del departamento de Antioquia y 2 emisoras (una en AM y otra con programación en FM); constituye una red importante para llevar información académica a cada una de las regiones donde hace presencia. Dentro de la parrilla de programación se destacan espacios para las distintas unidades académicas de la Universidad.

Dentro de esta parrilla se pueden mencionar dos programas dedicados a la comunicación de la ciencia en un formato distendido brindando un espacio de entretenimiento a la vez que se comparte información de interés. En un caso se trata del programa *Dosis de Ciencia*, una serie de más de 100 episodios producidos en la emisora ubicada en la sede de Carmen de Viboral de la Universidad de Antioquia. Bajo la conducción de la periodista Johana Pino Quiceno se abordaron noticias relacionadas con la historia de la aviación y de la investigación aeroespacial, finalizando cada episodio con unos datos científicos curiosos relacionados con parte del tema presentado.

Otro producto sonoro dedicado a la divulgación científica es el programa El Laboratorio, creado en el año 2010 por el autor de este documento, quien con el apoyo del colectivo Quimikomedia ha producido de manera ininterrumpida este “aperitivo de humor y ciencia” que se presenta semanalmente en las distintas frecuencias que conforman el Sistema de Radio Educativa.

Los anteriores son algunos pocos ejemplos del uso de un recurso tradicional de comunicación como parte de estrategias para la apropiación social del conocimiento. El advenimiento de nuevas tecnologías abrió por su parte la opción de otras herramientas de comunicación que pueden ser de gran utilidad para este propósito.

3.4.2 Podcast

Como fue mencionado antes esta opción sonora brinda una oportunidad importante para que el oyente pueda decidir qué escuchar y en qué momento hacerlo. Del mismo modo resulta una herramienta accesible para que cualquier persona pueda subir contenido a plataformas gratuitas como por ejemplo Spotify®, Sound Cloud®, entre otras. Dentro de la enorme cantidad de ejemplos a nivel global de podcast dedicados a la divulgación científica se puede destacar a nivel local *Universo en Expansión*, producido y dirigido por Pablo Cuartas Restrepo del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia, con la participación de Andrés Ruiz en representación del Planetario de Medellín. Este producto se emite por la Radio Bolivariana desde el año 2014 y posteriormente puede ser escuchado en las plataformas mencionadas anteriormente. En cuanto al contenido se abordan temas relacionados con ciencia, tecnología, ciencia ficción, entre otros y a lo largo de su historia se han producido series de programas que van desde el Big Bang y la historia temprana del Universo, pasando por la historia de la química, evolución del hombre y la enciclopedia de exoplanetas. Este producto ha sido muy convocante en la difusión de la astronomía despertando el interés de muchos jóvenes para el estudio de este campo de la ciencia.

Otro ejemplo donde el humor y la ciencia pueden aprovecharse para la generación de podcast son los productos: *El último café* y *Los misteriosos R&R*. En ambos casos con la realización conjunta de Jose David Ruiz Alvarez, del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia y el autor de este documento.

El primer podcast se enfoca en la filosofía de la ciencia mediante la conversación de diversos temas en un café imaginario donde se escuchan tangos. En el segundo ejemplo se ironiza sobre algunas creencias sin basamento científico y sobre el comportamiento egocéntrico que suele observarse al interior de la comunidad científica. El formato implica la participación de dos personajes que se encuentran en una pequeña charla e improvisan sobre algún tema. Vale mencionar que este ejercicio ha permitido que estos protagonistas hayan tenido la oportunidad de presentarse en vivo en distintos espacios como la Feria del Libro en Bogotá en el año 2023, en el Museo de la Universidad de Antioquia y en el Parque Explora en varias oportunidades.

Si bien los podcasts resultan sencillos de producir se debe tener en cuenta que en muchos casos tienen un propósito de monetización, por lo que los creadores de contenido pueden utilizar de manera incorrecta la información científica para llamar la atención de futuros seguidores.

Para la realización de podcast, y en general todo tipo de producto sonoro, además de las plataformas mencionadas anteriormente mediante las cuales es posible difundir el material, se debe tener en cuenta que se requiere de un programa de edición que permita llevar el material grabado, por ejemplo, con la grabadora de un celular, a un producto final correctamente editado, donde se incluyan cabezotes, cierres, fondos musicales, separadores, efectos especiales, etc. Dentro de las opciones gratuitas disponibles en este momento se destaca el editor de audio digital Audacity®. Para generar un producto que mantenga una línea única en el formato es recomendado trabajar con guiones que contemplen el momento en que se emplearán efectos especiales, fondos musicales, entrevistas, etc.

3.5 Producción audiovisual

Otra herramienta de comunicación de mucha utilidad para ser tenida en cuenta al momento de plantear un plan estratégico de comunicación científica es la posibilidad de generar videos sobre los temas de interés. Al igual que el caso anterior con la frecuente aparición de aplicaciones que facilitan la producción audiovisual, este recurso ha permitido que más personas puedan crear contenido de manera relativamente sencilla.

Teniendo en cuenta que el público actual en su mayoría es consumidor de información brindada en un corto tiempo, la producción de videos debe considerarse como un elemento de apoyo en el plan de comunicación y no un elemento único para transmitir una determinada información científica, ya que esto implicaría un producto de extensión importante y esto no siempre resulta efectivo.

En cuanto a los géneros que pueden resultar útiles para comunicar ciencia podría ser a través de cortometrajes, videos didácticos, o entrevistas con investigadores.

Los temas que se desean comunicar se pueden hacer de manera audiovisual, utilizando recursos de animación, locución, lenguaje académico accesible, o incluso puede desarrollarse el mismo tema incorporando humor. Para ejemplificar lo anterior puede observarse los siguientes ejemplos alrededor del uso medicinal del cannabis (Dosis, 2021; Te lo Explico, 2020).

Del mismo modo que con el material sonoro actualmente se disponen de recursos tecnológicos para la elaboración de material audiovisual, en muchos casos en versiones de uso gratuito. Adicionalmente a la posibilidad que representan los actuales teléfonos celulares para la grabación de videos de buena calidad, el uso de micrófonos por bluetooth®, se debe contar con un programa de edición de videos adecuado. En este momento es posible utilizar un recurso muy bueno para edición como es DaVinci Resolve®, que cuenta con herramientas para post edición de alta calidad y de uso gratuito.

Nuevamente se debe recordar que en la preparación de material de comunicación científica no deben perderse de vista los objetivos principales ya que podría darse el caso de tener que sacrificar contenido o efectos especiales en pro de conseguir llamar la atención del observador sin deformar el mensaje que se desea transmitir. Cada video que se genere compartirá espacio con millones de productos similares por lo que no es suficiente que los autores estén conformes con la calidad del producto, sino que además tiene que ser efectivo.

3.6 Actividades presenciales con investigadores

Como fue mencionado anteriormente una de las principales dificultades para la comunicación de información científica a la sociedad puede ser la reticencia o dificultad de los investigadores para describir conceptos de manera comprensible por un público no especializado.

El acercamiento presencial de los investigadores a la sociedad es un recurso importante si se aprovecha adecuadamente. Se debe aclarar que no se trata de reproducir el formato de clases magistrales por fuera de los salones de clase sino de realizar exposiciones que sean atractivas y que despierten la curiosidad en el público.

A nivel internacional se destaca el proyecto *European Researcher's Night*, un proyecto de divulgación científica promovido por la Comisión Europea Marie Skłodowska-Curie del programa Horizonte Europa (European Commission, s.f.). Esta actividad se realiza simultáneamente en casi 400 ciudades europeas desde el año 2005 y consiste en brindar la posibilidad a la sociedad de conocer las actividades que realizan los investigadores en una noche que combina experimentos, talleres, demostraciones, representaciones teatrales, etc. En este formato se destaca la labor importante que realiza el Parque Explora en Colombia con sus periódicas actividades con expositores invitados. Otro ejemplo que se puede mencionar donde se propicia el encuentro

presencial de investigadores con la sociedad es la actividad “Partículas en el Valle”, un evento de divulgación en el campo de la física de partículas organizado anualmente por un conjunto de grupos de investigación de varias universidades de Medellín.

En el ámbito académico de la Universidad de Antioquia se identifican varias acciones que implican la presencia física del investigador ya sea en el formato de presentación oral, como es el caso del ciclo *Jueves de la Ciencia* que organiza el Instituto de Física el primer jueves de cada mes en instalaciones de la Biblioteca Pública Piloto.

Otro espacio donde suelen darse encuentros con investigadores en un formato más distendido privilegiando la conversación por sobre la exposición tradicional es el Museo de la Universidad de Antioquia (MUA). Aquí se presentan por ejemplo conferencias en el ciclo “Univercitas: citas con el universo” así como actividades de capacitación en el marco del programa de formación interna del museo, denominado “Punto de encuentro”.

A los ejemplos anteriores puede añadirse una actividad de la cual existen varios ejemplos en distintos países: los denominados ‘cafés científicos’. En estos espacios, a veces externos a los espacios universitarios, se propicia el contacto con investigadores para conversar sobre temas de interés de una manera atractiva y sin el acartonamiento que caracterizan los espacios académicos. (Ciencia Canaria, 2017; IFCA, s.f.; UNLPam, s.f.; Fundación Descubre, s.f.).

Resulta claro que para cada recurso que se desee emplear para comunicar información científica a la sociedad implica una capacitación tanto en el manejo de recursos tecnológicos como de elaboración de contenido. Sin embargo se pueden considerar algunas recomendaciones surgidas de estudios y experiencias previas, como por ejemplo el control que se debe tener para no caer en la tentación de presentar aspectos de manera espectacular porque si bien se conseguirá captar la atención del público, teniendo en cuenta el poco tiempo que el mismo permanecerá frente a esa información, con un seguramente nulo interés en profundizar sobre el tema, se corre el riesgo de una malinterpretación de la información científica.

3.7 Monólogos científicos

Un ejemplo claro donde el humor resulta de gran utilidad para hablar de ciencia es en los denominados monólogos científicos. Si bien esta actividad es más próxima al *stand up*, hacer una

exposición entretenida, independientemente del tema del cual se esté hablando, evitando la innecesaria seriedad o solemnidad es bastante recomendable en general.

Como punto de partida se podría tomar la experiencia de las charlas TED creadas en 1984 por Richar Saul Wurman y Harry Marks ('TED', 2024). Fue en este espacio donde se pudo escuchar a científicos hablar de sus experiencias en investigación en un lenguaje comprensible para el público no especializado.

Con relación a los monólogos científicos existen numerosas experiencias relacionadas con monólogos científicos en Latinoamérica. Como punto motivador sin duda se puede mencionar las labores iniciadas en España por el grupo Big Van Ciencia (Big Van Ciencia, s.f.), quienes resultan reconocidos en el espacio hispanoamericano a partir de su exitosa participación en la actividad internacional sobre monólogos científicos *FameLab* (FameLab Switzerland, s.f.). A nivel nacional se puede destacar el concurso de monólogos científicos que organiza Parque Explora, ciclo que en el año 2024 cumplió su undécima edición.

A partir de las experiencias de monólogos científicos, los que inicialmente están pensados para un público objetivo con algún grado de formación académica, por ejemplo, estudiantes de programas de pre y posgrado, el empleo de recursos teatrales para hablar de ciencia derivo también en la utilidad de hablar de ciencia en el formato del *stand up*. En este caso se podría diferenciar que el interés primario es ofrecer un producto que sea divertido y donde se pueden incorporar conceptos científicos en el guion.

3.8 Elaboración de guiones

Cuando se desea utilizar recursos de humor alrededor de información científica, al margen que se trate de presentaciones en vivo, como el caso del stand up, o en productos que impliquen etapas de edición como podcast, cápsulas sonoras, videos, etc. es muy importante la elaboración del guion adecuado para cada caso.

Si bien se tratan de productos que implican distintas maneras de comunicación, en general se tendrá el desafío de contar algo interesante en poco tiempo sin perder el interés de un público no formado en ese tema. Nuevamente se debe considerar que se requiere llamar la atención del público, sorprenderlo con algo desconocido y dejarle la inquietud de conocer algo más del tema; y todo con humor.

Se sigue cumpliendo la premisa de abordar la información e ir desde lo general, a lo particular para finalizar nuevamente en lo general.

Cada una de estas actividades requerirá un formato de guion particular, pero para ejemplificar la sugerencia se podría tomar el caso del stand up.

Pensando en el peor escenario se puede imaginar un espacio, un bar por ejemplo, donde los asistentes no están necesariamente interesados en interrumpir sus conversaciones para escuchar hablar de ciencia. En este lugar se dispondrá de unos pocos minutos, menos de 10, para exponer de manera divertida un tema de interés científico. El guion por tanto deberá tener en cuenta este contexto para conseguir el propósito de llamar la atención.

Como esquema general se puede separar el contenido en tres momentos diferentes:

- Uno inicial donde se hablará de algo llamativo, en lo posible sin relación aparente con el tema que se quiere exponer. Puede resultar útil plantear una situación imaginaria en primera persona.
- Uno intermedio donde a partir de lo que se presentó inicialmente y consiguió llamar la atención del público se relaciona con un asunto particular, que es el propósito central de la exposición.
- Uno final con un cierre inesperado y gracioso que lleve nuevamente a la situación inicial.

Con el siguiente ejercicio se puede ejemplificar las sugerencias del punto anterior: Se desee comentar lo incorrecto de la automedicación como tema central.

Momento inicial: el presentador cuenta un pensamiento que tuvo mientras desayunaba y que tenía que ver su sueño de niño de ser astronauta, luego lo relaciona con la situación que imagina se debe dar en el momento en que los astronautas dentro de la estación espacial tienen que ir al baño, como proceden si les diera diarrea, etc. Al dedicar tanto tiempo pensando deja enfriar el desayuno se le produjo un problema intestinal que efectivamente le produce diarrea, situación que llama la atención a su abuela.

Momento intermedio: la abuela le recomienda un remedio casero y adicionalmente un medicamento que le hizo bien a ella cuando se lo dieron. El presentador exagera

la situación y cuenta como empeoró todo su malestar hasta que un familiar, del área de la salud, lo regaña y le indica cómo debe proceder regañándole por haber seguido malos consejos. Le formula lo que resulta adecuado y le aclara que le puede producir pesadillas.

Momento final: para el cierre puede enfocarse en esa noche y describir una pesadilla donde él era un astronauta, dentro de la estación espacial y de golpe comienza a sentir dolor de estómago. Con este contexto puede cerrar con humor el contenido, donde queda claro el mensaje central sobre la automedicación.

Como recomendación general para tener en cuenta al momento de escribir un guion es útil revisar ejercicios propuestos por personas con experiencia en stand up, por ejemplo, la importancia de incluir remates en el escrito ya que es una manera para mantener la atención del espectador. Se suele hablar de la regla de tres al momento de plantear una situación graciosa, esto es plantear dos situaciones relacionadas y añadir una inesperada que servirá como remate del chiste. Para el caso anterior podría ser: la abuela por cierto tenía mucho que ver con los astronautas porque está todo el día en la luna, usa ropa extraña, y es capaz de acertar a un meteorito con la chancla.

Cuando se tratan de presentaciones más extensas se deberá tener en cuenta no solo estas recomendaciones sino emplear recursos adicionales como imágenes graciosas (si se hace con la ayuda de una presentación) intercaladas con las que contienen la información que se desea describir, interactuar con el público haciendo preguntas e improvisando a partir de sus respuestas, utilizar el lenguaje corporal, etc.

“Entre otras cosas porque la «*seriedad*» no suele ser una señal inequívoca de *sabiduría*, como creen los pelmazos: la inteligencia debe saber reír” (Savater, 2012, p. 54).

4. Algunos desafíos para la divulgación científica desde la química

Como fue planteado inicialmente la comunicación de información científica resulta una actividad desafiante por la cantidad de barreras que deben superarse: falta de credibilidad en los científicos, teorías conspirativas, búsquedas de soluciones mágicas, reticencia de los investigadores, incomprensión del lenguaje científico por parte de la sociedad, la influencia de creadores de contenido para redes sociales y el atractivo de las pseudociencias, entre otros aspectos a considerar.

Lo anterior exige un trabajo constante por parte de la academia para poder competir con ese bombardeo de información, no siempre con el respaldo correspondiente, para vencer el natural escepticismo por parte de la sociedad.

Esta situación no es privativa de un área particular de la ciencia por lo que los planteos expresados en este documento son válidos para cualquiera de ellas. Si se centra la mirada en la Química en particular se pueden mencionar algunos ejemplos donde la información, o la interpretación de esta, no siempre es correcta al momento de ser transmitida por los canales usuales, sin la participación de los científicos.

4.1 Bondades de los productos naturales

Existe la creencia generalizada que, si algo proviene de la naturaleza, es decir que no ha sido sintetizado en un laboratorio, necesariamente tendrá efectos benéficos. Esta es la razón por las cuales se acostumbra a tomar distintas bebidas aromáticas para mitigar distintos malestares, por ejemplo. Dentro del conocimiento ancestral se reconocen que partes de una determinada planta puede tener uno u otro efecto benéfico cuando se la toma como tisana, esto es cuando se pone en contacto con agua caliente. Muchos de estos efectos han sido reconocidos y por tanto se incorporan estos materiales vegetales al listado de plantas medicinales aprobadas.

Para una mejor comprensión de los efectos de estos materiales en la salud humana, desde el campo de la investigación científica se realizan estudios fitoquímicos con el ánimo de identificar y separar los distintos componentes presentes para posteriormente poder proponer un mecanismo de acción de una determinada molécula (para el caso donde no haya efectos sinérgicos y el efecto corresponda a un conjunto de moléculas).

Todo lo anterior son las etapas básicas y usuales para quienes realizan estudios a nivel de productos naturales, pero la mirada puede ser muy diferente cuando se trata de cómo puede interpretar la sociedad estos mismos materiales, especialmente cuando se ve sometida a lo que se

conoce como “falacia naturalista” o “apelación a la naturaleza”, donde todo lo que se relaciona con natural implica necesariamente una cualidad superior de lo considerado no natural.

Un grupo poblacional sin formación especializada podrá confiar plenamente en un producto natural sin tener claridad si el efecto lo produce cualquier parte de la planta: raíz, hoja, tallo, etc. al no tener en cuenta que el efecto lo produce alguna especie química en particular que podría estar en diferente concentración dependiendo de la parte que se considere. Peor aún, el que provenga de una planta no está libre de riesgos ya que muchas especies tóxicas, incluso mortales pueden estar presentes en plantas como la cicuta, el ricino o la belladona.

Del mismo modo una actividad que pueda resultar favorable para una planta no implica que se pueda trasladar ese efecto benéfico a quien consuma la misma. Es lo que sucedería por ejemplo con aquellas especies que produzcan fitotoxinas para protegerse.

Muchos medicamentos utilizados cotidianamente derivan de productos naturales, por ejemplo, la quinina que se encuentra en la corteza del árbol Chinchona (*Chinchona officinalis*) o el ácido salicílico presente en la corteza del sauce blanco (*Salix Alba*). Esta relevancia no se relaciona solo con productos vegetales ya que en los productos naturales se incluyen también organismos vivos como animales, terrestres o marinos, por ejemplo, el fármaco captopril, utilizado para tratar enfermedades cardiovasculares como la hipertensión y la insuficiencia cardíaca, tiene origen en un compuesto obtenido del veneno de la serpiente yararaca brasilera (*Bothrops jararacá*). Sin duda la relación benéfica para la salud de productos obtenidos o derivados de compuestos presentes en la naturaleza es indiscutible; sin embargo, esto no implica que todos los compuestos sintetizados por el ser humano deben ser rechazados. Esta actitud sin duda obedece a ignorar cuál es el proceso implicado detrás del desarrollo de un fármaco, el que normalmente demanda muchos años desde que se estudia el comportamiento de una molécula en particular hasta que el mismo se encuentra disponible en el mercado.

Que algo sea natural, obtenido de una planta, no implica que su producción requiera una enorme cantidad de cultivos para la extracción de la materia prima.

Una situación particular se presenta también con propiedades reconocidas de algunos productos vegetales, en particular cuando se destaca su importante contenido de antioxidantes. Desde el punto de vista de la química de productos naturales representa un comportamiento muy conocido de algunas estructuras típicas, por ejemplo de los polifenoles, pero al momento de

manejar esta información por parte de un público no especializado se suele quedar solo con el alto contenido de estos antioxidantes y que su actividad se relaciona con el proceso de envejecimiento, por tanto en una relación muy simple se puede llegar a pensar que consumir ese producto en exceso garantiza una ‘larga juventud’. Esta situación exagerada es común cuando se trata de productos naturales comestibles, ya que para cada fruta, verdura, grano u hortaliza se suele destacar la presencia de determinados compuestos químicos que pueden tener efectos positivos en la salud. Dado que esta información siempre está fragmentada y se destaca cada producto por separado puede conducir a conductas alimenticias equivocadas, incluso peligrosas, al desconocer por completo como funciona el metabolismo del cuerpo, posibles interacciones, etc.

La suma lineal de productos saludable no conduce necesariamente a una dieta sana. Como dice la frase atribuida a Paracelso *“todo es veneno y nada es veneno, solo la dosis hace al veneno”*.

En definitiva, resulta importante entonces que la comunicación científica ayude a comprender el valor real de los productos naturales en la salud humana y a no demonizar los productos químicos obtenidos por vía sintética.

4.2 Producción artesanal de “Helio”

Como lo detalla un informe de accidentes elaborado por la Cámara Sectorial de Gases Industriales y Medicinales, de la ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [ANDI], 2019) se presentan regularmente numerosos accidentes en la fabricación clandestina de gas Helio para inflar globos. Cuando estas noticias aparecen en los medios de comunicación seguramente se toman como un evento delictivo más, similar a cuando se reportan falsificaciones de licores, por ejemplo, es decir algo repudiable y que en definitiva produjo daños previsibles a las personas que estaban manipulando de manera artesanal esos productos.

Desde el punto de vista de la academia se identifica en estos sucesos una situación de extrema gravedad, con posibles consecuencias terribles en los niños que tengan esos globos en su poder. Cuando se conocen detalles de cómo se realiza esa producción artesanal y se identifica que se trata de una reacción de oxidación-reducción basada en el ataque químico de un ácido industrial sobre un metal, se concluye fácilmente que lo que se está produciendo de manera descontrolada es gas hidrógeno, fácilmente inflamable.

El desafío al momento de comunicar desde la academia comienza cuando algo que es de conocimiento básico para los químicos: las reacciones de oxidación y reducción, propiedades de los gases, etc.; son desconocidas por un público no especializado. Tal vez resulte de gran utilidad hacer conocer las características del gas Helio que supuestamente se encuentra almacenado en los tubos con los que se inflan los inocentes globos.

Se trata del segundo elemento más abundante del universo, características que darían la sensación de que al tratarse de algo tan común no debiera ser peligroso. Si se reflexiona sobre el dato de abundancia significa que no se encontrará muy concentrado necesariamente en nuestro planeta, y teniendo en cuenta que se trata de un elemento poco reactivo será por tanto muy difícil encontrarlo y extraerlo. Todo lo contrario que se espera suceda en una producción ‘artesanal’ clandestina.

Finalmente, que los globos no se llenen con Helio, que les permite elevarse fácilmente, no es lo más grave. Lo realmente importante es que esos globos tendrán gas hidrógeno en su interior, el que también permitirá que se eleven, sin embargo, el comportamiento químico entre uno y otro puede ser catastróficamente diferente. En este sentido bastaría con recordar al público objetivo lo sucedido con el dirigible, lleno de gas hidrógeno, Hindenburg el 6 de mayo de 1937 (British Pathé, 2015).

Este es un ejemplo que indica que ciertas noticias ameritan ser profundizadas desde la ciencia para poder brindar una idea más completa sobre las posibles consecuencias implicadas.

4.3 Procesos o productos “amigables” ambiente

Una de las estrategias de mercadeo suele persuadir a los consumidores que un determinado producto es amigable con el ambiente. Este tipo de publicidad engañosa, conocida como *greenwashing*, se apoya en la idea que transmite el concepto de amistad, ya que no aseguran que no haya impacto ambiental, sino que al introducir esa palabra parecería que ese posible impacto es mínimo o incluso hasta favorable. Algo similar es lo que sucede cuando se incorpora la palabra ‘verde’, o incluso se insinúa utilizando ese color en la publicidad.

Desde la academia se reconoce, como parte de formación básica, la relevancia de los ecosistemas, es decir una mirada global de los distintos equilibrios presentes en el ambiente y lo dinámico del mismo. A su vez, desde los conceptos básicos de la fisicoquímica se comprende el

concepto de equilibrio y de qué manera estos se pueden modificar de diversas maneras. Por lo anterior resulta claro que cualquier alteración que se produzca en el ambiente, sea o no causada por una actividad humana, provocará una modificación de los distintos equilibrios simultáneos para alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

Si bien desde el punto de vista académico tiene una explicación relativamente sencilla, cuando se trata de compartir este tipo de conocimientos al público objetivo no formado en ciencias, puede resultar algo complejo.

Desde el punto de vista de la Química no es sencillo asociarla con algo “amigable” con el medio ambiente por distintas situaciones catastróficas que han tenido amplia difusión, algo similar que puede suceder con el uso de la energía atómica, lo que ha llevado incluso a plantear como algo positivo que existan productos ‘libres de químicos’ o que sean ‘orgánicos’ como se ampliará más adelante.

Dentro de los ejemplos que podrían mencionarse sobre la vinculación negativa de la Química con el medio ambiente podría ser el desastre causado por la empresa Union Carbide en la India, recordado como “el desastre de Bhopal” ocurrido en diciembre de 1984 con la fuga de un compuesto químico (isocianato de metilo) que produjo la muerte de alrededor de 7000 personas.

En otros casos el efecto negativo no estuvo relacionado con accidentes sino con consecuencias a largo plazo por el uso extendido de un determinado compuesto tal como ocurrió con los freones (clorofluorcarbonos) utilizados en sistemas de refrigeración y en aerosoles, lo que provocó finalmente la aparición en la atmosfera del efecto conocido como “agujero de ozono”, con las consecuencias negativas que esto implicó,

También se han producido afectaciones ambientales por productos químicos que en su momento, a pesar del seguro impacto que iban a causar, se mantuvo oculta esa información a la sociedad. Es el caso del antidetonante añadido a la gasolina desde los años 20 del siglo anterior, época en que se sintetiza el tetraetilo de plomo, el que resulta efectivo para mejorar el funcionamiento de los motores a combustión, pero provocó al mismo tiempo una gran emisión de plomo al ambiente. Fue solo hasta mediados de los años 80 que se comienza a prohibir el uso de gasolinas sin plomo. Como lamentable coincidencia el mismo químico que introdujo en 1924 el antidetonante tetraetil plomo, Thomas Midgley, propone el uso del compuesto conocido como

Freon, gas perteneciente a la familia de los clorofluorcarbonos, que se descubriría más tarde como uno de los responsables de la aparición del denominado agujero de ozono sobre la región antártica.

Evidentemente la publicidad de este tipo de impactos justifica que se haya creado en la sociedad esa desconfianza de todo lo relacionado con la Química, pero el utilizar frases exaltando la amistad con el medio ambiente también debe ser rebatida como corresponde. Nuevamente algún ejemplo puede resultar más didáctico que una clase de química general.

Mencionar que una hormona en un río puede ser la responsable por el aumento de accidentes con cocodrilos al acercarse estos a zonas pobladas es decir fuera de sus hábitats naturales; no parecería corresponder con una acción ‘amigable con el medio ambiente’. Esta situación, ocurrida en Costa Rica, se relaciona con el uso por parte de piscicultores de un compuesto químico, la hormona 17a-metil testosterona, para obtener mayor cantidad de machos en las crías de tilapia con fin comercial. La presencia de esta hormona en el agua habría llegado a los hábitats de los cocodrilos afectando a su vez la proporción similar de machos y hembras que se tenía en los huevos para aumentar la proporción de machos a hembras notablemente. Este desequilibrio a su vez provoca que los cocodrilos macho deban explorar nuevos ambientes ante la disminución relativa de hembras, llegando a zonas habitadas y provocando accidentes (La Vanguardia, 2017; El Mundo CR, 2017; Público, 2017).

Claramente es imposible pensar que algo sea amigable con el ambiente al extremo de provocar impacto nulo. Solo una mirada más amplia nos permitirá comprender esta situación.

4.4 Bondades de lo Orgánico y lo ‘libre de químicos’

Como fue mencionado en el punto anterior, cuando se emplean estrategias de publicidad *greenwashing* la Química no sale favorecida. Esto llega al extremo de promocionar como bondades que un determinado producto ‘no contiene químicos’ o si se hace alguna concesión se promueve que se trata de algo ‘orgánico’ como suele observarse en alguna estantería de un supermercado o cuando se menciona que un producto proviene de un cultivo ‘orgánico’.

Si bien podría tratarse simplemente de una cuestión semántica es una situación que merece ser abordada cuando se trata de comunicar ciencia a la sociedad, no porque sea indispensable formar al público en conceptos químicos sino para alertar ante el posible uso inescrupuloso de estos conceptos.

Desde el punto de vista de la academia no hay la menor discusión al respecto, en toda la materia que nos rodea hay química, lo que comemos, lo que respiramos, lo que somos; está formado por productos químicos. Hasta un producto que se destaque por su origen natural tiene productos químicos. En este sentido podría resultar de utilidad comunicar a la sociedad datos que seguramente resultarán sorprendentes como los siguientes:

- En un banano podría encontrar alrededor de 40 compuestos químicos y metales (ResearchGate, s.f.).
- En el huevo se encuentran proteínas, ácidos grasos monoinsaturados, yodo, fosforo, selenio, vitamina B12, riboflavina, niacina, vitamina A, vitamina D y folatos (Fundación Española de la Nutrición [FEN], s.f.).
- Incluso hasta en el agua que llega al domicilio no se encuentra exenta de la presencia de ‘químicos’, ya que puede contener distintos niveles de calcio, magnesio, sodio, cloruro, nitrato y sulfato, dependiendo de la región donde se realice el análisis (The Open University, s.f.; Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2024)

Con relación a la palabra “orgánica” que se emplea habitualmente en el mismo sentido de “libre de químicos” sería interesante dedicar un pequeño espacio al momento de comunicar información química para comentar el origen histórico de esa palabra y que significa dentro del campo químico.

A partir de la posibilidad de extraer e identificar muchos compuestos de origen vegetal y animal se comprueba que tienen en común de tener carbono en su estructura, a partir de estudiar similitudes y diferencias entre los comportamientos según esa estructura; y ante la gran cantidad de compuestos que se van describiendo resulta conveniente separar esta parte de la Química, la química de compuestos de carbono, en un área en particular que daría en llamarse Química Orgánica. El origen de este campo de estudio se remonta al año 1828, ya que se asocia con un importante descubrimiento realizado por Friedrich Wöhler quien consigue sintetizar a partir de cianato de amonio, (un compuesto inorgánico) urea, un compuesto que se encuentra en la orina de muchos seres vivos (“Química orgánica”, 2025). Desde entonces en el campo de la Química Orgánica se abordan muchos aspectos útiles para la sociedad relacionados con la síntesis de

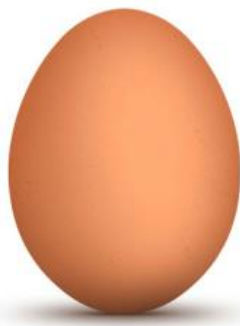
compuestos (fármacos, por ejemplo), estudio de reacciones químicas, principios activos, caracterización de productos naturales, entre otros aspectos.

Teniendo en cuenta lo anterior, queda claro para la academia la diferencia entre la Química Orgánica y la Inorgánica, pero todo es Química, todos siguen siendo productos químicos.

Es por esta razón que debería exigirse que en las estanterías de los supermercados no se publicite que se exhibe carne “orgánica”, ya que hasta el momento todo lo que consumimos de origen animal tiene compuestos orgánicos. Del mismo modo identificar un cultivo de café como “orgánico” daría la idea que existe otra variedad que es inorgánico, que no contiene compuestos de carbono, y esto no es correcto. En ambos casos lo que se desea expresar, y lo deberían hacer de manera clara y directa, es que se tratan de productos alimenticios en cuya elaboración no se han añadido compuestos químicos sintéticos adicionales a los que naturalmente están presentes en dichos alimentos.

No todo lo “orgánico” es necesariamente bueno para el ambiente o la humanidad. La penicilina, descubierta fortuitamente en 1928 por Alexander Fleming, es una molécula orgánica que se convirtió en el primer antibiótico disponible para tratar un gran número de enfermedades, pero también es una molécula orgánica la talidomida, un fármaco que se utilizó hasta principios de los años 60 para calmar náuseas durante los primeros meses del embarazo, provocando miles de casos de malformación congénitas. Evidentemente no necesariamente todo lo “orgánico” implica que sea benéfico, bastaría recorrer una larga y triste galería de ejemplos: gas naranja, DDT, gas sarín, etc.

Nuevamente parecería ser una discusión semántica y sin mayor relevancia, pero si se analiza en el contexto de la desconfianza de la sociedad a todo lo relacionado con la Química amerita el esfuerzo de aclarar este punto.

Figura 18*Composición química del huevo***INGREDIENTS OF AN ALL-NATURAL EGG**

INGREDIENTS: AQUA (75.8%), **AMINO ACIDS (12.6%)** (GLUTAMIC ACID (14%), ASPARTIC ACID (11%), VALINE (9%), ARGININE (8%), LEUCINE (8%), LYSINE (7%), SERINE (7%), PHENYLALANINE (6%), ALANINE (5%), ISOLEUCINE (5%), PROLINE (4%), TYROSINE (3%), THREONINE (3%), GLYCINE (3%), HISTIDINE (2%), METHIONINE (3%), CYSTINE (2%), TRYPTOPHAN (1%)); **FATTY ACIDS (9.9%)** (OCTADECENOIC ACID (45%), HEXADECANOIC ACID (32%), OCTADECANOIC ACID (12%), EICOSATETRAENOIC ACID (3%), EICOSANOIC ACID (2%), DOCOSANOIC ACID (1%), TETRACOSANOIC ACID (1%), OCTANOIC ACID (<1%), DECANOIC ACID (<1%), DODECANOIC ACID (<1%), TETRADECANOIC ACID (<1%), PENTADECANOIC ACID (<1%), HEPTADECANOIC ACID (<1%), TETRADECENOIC ACID (<1%), HEXADECENOIC ACID (<1%), EICOSENOIC ACID (<1%), DOCOSENOIC ACID (<1%), OMEGA-6 FATTY ACID: OCTADECADIENOIC ACID (12%), OMEGA-3 FATTY ACID: OCTADECATRIENOIC ACID (<1%), EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA) (<1%), OMEGA-3 FATTY ACID: DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA) (<1%); **SUGARS (0.8%)** (GLUCOSE (30%), SUCROSE (15%), FRUCTOSE (15%), LACTOSE (15%), MALTOSE (15%), GALACTOSE (15%)); **COLOUR** (E160c, E160a), E306, E101; **FLAVOURS** (PHENYLACETALDEHYDE, DODECA-2-ENAL, HEPTA-2-ENAL, HEXADECANAL, OCTADECANAL, PENTAN-2-ONE, BUTAN-2-ONE, ACETALDEHYDE, FORMALDEHYDE, ACETONE); **SHELL** (E170), ALSO CONTAINS BENZENE & BENZENE DERIVATIVES, ESTERS, FURANS, SULFUR-CONTAINING COMPOUNDS AND TERPENES.

Nota Fuente <https://scientiablog.com/2014/01/19/quimiofobia-y-un-huevo/>

4.5 El atractivo del hidrógeno

El elemento más abundante en el universo, el hidrógeno, es probablemente uno de los más presentes en la información científica que recibe la sociedad cotidianamente. Este interés está relacionado fundamentalmente como una fuente de energía, prácticamente infinita, que vendría a resolver la problemática de los combustibles en la sociedad moderna. Incluso se comercializan productos que permiten obtener ‘agua hidrogenada’ aduciendo discutibles múltiples beneficios

para la salud de este gas prácticamente inocuo y de baja solubilidad en agua y altamente inflamable como fue mencionado en el punto 5.2.

En años recientes ha tomado gran relevancia el concepto de hidrógeno ‘verde’ (otra vez el color verde...) relacionado con su potencial uso como combustible. En este caso se trata de generar hidrógeno por medio del proceso de electrólisis del agua utilizando energías renovables.

Estas aplicaciones futuristas seguramente sorprenden a la sociedad no formada en el campo de la fisicoquímica, especialmente en el área de la electroquímica. Por el contrario a nivel académico se manejan estos conceptos desde hace muchos años remontándose, por ejemplo, a 1765 cuando Henry Cavendish logra aislar este elemento y describir sus propiedades, estableciendo que se trataba del gas más liviano conocido hasta ese momento. Otros hitos importantes se suceden en el año 1800 cuando Alexandro Volta presenta su pila mediante la cual es posible disponer de energía almacenada y emplearla, entre otras aplicaciones, para realizar electrolisis. De este modo ese mismo año los químicos británicos Nicholson y Carlisle logran interpretar los resultados obtenidos, básicamente la obtención de dos gases en proporción 2:1, estableciendo la formula molecular del agua.

La electrolisis para obtener hidrógeno del agua se trata por tanto de un proceso conocido hace más de dos siglos y no se diferencia sustancialmente de lo que se promociona ampliamente como hidrógeno ‘verde’. Si bien corresponde a un proceso de gran interés no se trata de algo novedoso sin duda. Como tampoco lo es la potencial relevancia para reemplazar los combustibles tradicionales, desafío que se viene planteando desde los años 70 del siglo pasado (Nejat Veziroğlu, 2000).

Vale mencionar también que el uso de colores para distinguir tecnologías, implica que también se hable de “hidrógeno azul” (Yap & McLellan, 2023) como aquel producido a partir de combustibles fósiles combinado con tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.

Un aspecto adicional para tener en cuenta tiene que ver con el entusiasmo con el que se presentan resultados promisorios obtenidos en el laboratorio, como el caso del hidrógeno verde, y que potencialmente producirán impactos positivos a gran escala. Esto implica que la solución puede resultar innovadora pero no necesariamente competitiva al momento de escalar su producción y aplicación, dadas las distintas barreras tecnológicas que se deban superar.

Figura 19*Los “colores” del hidrógeno*

No se trata por supuesto de desacreditar los beneficios potenciales que tendría la obtención de este gas mediante electrolisis, sino que de cara a colaborar en la generación del espíritu crítico de la sociedad al momento de analizar información científica pueda dimensionar exactamente la importancia de cada avance tecnológico relacionado con la Química, o con cualquier otra área de la ciencia.

Hablando de electrolisis y noticias falsas es posible visualizar en YouTube actualmente circula un video donde se demuestra “experimentalmente” el riesgo de consumir agua potable, orientando la discusión a la presencia de toxinas y cuantas cosas dañinas más que se ocultan a los consumidores, etc.

Para esta demostración se presenta una electrolisis casera realizada en una muestra de agua de canilla comparando lo que sucede cuando se repite el experimento con agua destilada. Las diferencias son notables inmediatamente y se concluye que con una pequeña inversión se puede comprar un electrolizador por internet y verificarlo personalmente.

Para las personas desconfiadas el mensaje es atractivo. Lamentablemente implica haber olvidado algunas cuestiones aprendidas durante la educación básica: el concepto de electrolisis.

El agua potable tiene iones, necesarios para la vida, es decir especies con cargas eléctricas positivas y negativas, haciendo por tanto que el agua sea conductora de la electricidad (a diferencia del agua destilada). La mirada por tanto debería centrarse en los materiales utilizados

como electrodos ya que si se utiliza carbón, por ejemplo minas de lápices, es probable que solo se observe el desprendimiento de burbujas (moléculas de oxígeno e hidrógeno respectivamente), pero si se emplean materiales metálicos, en especial en el electrodo donde ocurren reacciones de oxidación, el electrodo se irá disolviendo por lo que las especies generadas en este proceso podrán reaccionar con iones presentes en el agua y formar compuestos coloreados. Sumado a lo anterior se podrán observar cambios en las características del agua al estarse modificando el valor de pH en las cercanías de cada electrodo por lo que puede dar lugar a formación de precipitados, tanto en el medio como sobre la superficie de los electrodos. En definitiva, uno de los procesos fisicoquímicos más antiguos y estudiados, sin embargo, aún en la actualidad se presta para interpretaciones equivocadas y lo que es peor, conclusiones erradas.

4.6 Movimiento antivacunas

En la introducción de este documento se resaltó lo sucedido con la pandemia a la que la humanidad tuvo que enfrentarse recientemente. Una vez comprendido el mecanismo por el cual se extendió por todo el planeta, rápidamente se comenzó a trabajar en la elaboración de vacunas que permitieran controlar la misma. Como resultado del esfuerzo de distintos grupos de investigación de varios países de forma relativamente rápida se dispuso de vacunas las que, de acuerdo con el laboratorio que las produjo, actuaban de diferente manera, pero en todos los casos se trataba de estimular al sistema inmunitaria, es decir las defensas naturales presentes en el cuerpo, para que reconociera e identificara al virus.

Teniendo en cuenta que las vacunas tienen un origen histórico que se remonta a antiguos procedimientos utilizados para combatir la viruela, que el proceso tal como es conocido actualmente se remonta al trabajo de Edward Jenner en 1796 cuando inocular con material obtenido de una lesión causada por la viruela de las vacas, de donde tomaría posteriormente el nombre, consigue inmunizar a un paciente contra dicha enfermedad. Si a este hecho histórico se le añade lo conseguido por Louis Pasteur en el año 1885 cuando consigue salvar la vida de un niño mordido por un perro con rabia; se contaría con suficiente base histórica para confiar en estos materiales. Aun así, si se tienen en cuenta que muchas enfermedades han sido erradicadas, total o prácticamente de manera total, gracias a la vacunación de la población, como la viruela, difteria y malaria; y que se puede controlar de manera efectiva otras como: tétanos, paperas, sarampión, tos

ferina, meningitis, poliomelitis, o hepatitis B, se supondría que en el siglo XXI se contaría ya con suficiente evidencia científica para que este proceso sea aceptado por la sociedad sin embargo, aún luego de haber tenido la reciente experiencia global sigue existiendo un sector que se muestra reacio a las vacunas oponiéndose totalmente a su uso, o al menos presentar alguna resistencia o temor ante una vacuna en particular como es el caso de la vacuna contra el virus de papiloma humano (VPH) (Ochoa Carrillo, 2015).

Cabe señalar que la desconfianza por las vacunas no es una reacción conocida a partir de la epidemia de Covid, ya que se remonta a las primeras campañas de vacunación que se dieron en época de la pandemia de viruela a fines del siglo XIX. Por razones sanitarias, religiosas, científicas o políticas muchas personas se resistían a ser vacunadas, aun cuando se exponían a ser arrestadas por esa actitud (Watson, 2020).

Para reflexionar también es la confirmación que muchas justificaciones aducidas por los movimientos antivacunas del siglo XIX resultan similares a las actuales asociaciones de negacionistas de las bondades de este importante modo de protección. Como fue analizado en una revisión liderada en Países Bajos (Blume, 2006), tanto en aquel sitio donde se creó una asociación antivacunas en 1881, como en los Estados Unidos con la sociedad antivacunas americana creada en 1879, se aducían aspectos negativos similares en muchos casos a movimientos actuales, tales como: la falta de reporte de reacciones adversas, que causan enfermedades, afectan la inmunidad natural del cuerpo, que hay intereses económicos, que violan libertades civiles, y como es previsible, que es mejor los tratamientos alternativos.

A pesar de todo el avance científico ocurrido desde aquellas épocas, se siguen observando actitudes de resistencia al uso de vacunas. Esta actitud podría obedecer a diferentes creencias (Sarukhan, 2015):

- Que las vacunas contienen sustancias tóxicas como metales pesados
- Que pueden sobrecargar el sistema inmune de los niños
- Que se puede conseguir la protección de manera natural
- Que las vacunas son provocan enfermedades

Continuamente se conocen noticias relacionadas con efectos lamentables debido a la postura antivacunas. En 2025, la Organización Panamericana de la Salud emitió una alerta

epidemiológica debido al aumento de casos de sarampión en varios países de la región americana. Lo preocupante es que para los casos confirmados para el 2024, el 63% no habían recibido la vacuna correspondiente.

Tampoco ha colaborado para revertir esta situación las noticias sobre efectos secundarios, como autismo, de vacunas contra el sarampión, paperas y rubeola. Como lo publicara Andrew Wakefield en la prestigiosa revista *The Lancet* en 1998 y que posteriormente se comprobó que se trataba de un fraude al haber utilizado datos falsos para llegar a sus conclusiones.

Teniendo en cuenta lo anterior al momento de plantear una estrategia de divulgación será necesario incluir una serie de conceptos para trabajar en el sentido de la apropiación de estos. Estos podrían ser los siguientes:

- Composición y modo de acción de las vacunas
- Funcionamiento del sistema inmune
- Distinción entre bacterias y virus, así como la capacidad de los mismos de mutar y hacerse resistentes a las vacunas
- Efectos adversos, no solo de las vacunas sino de todos los medicamentos
- Porcentaje de efectividad de las vacunas

Resulta claro el desafío para el campo científico para llevar información comprensible sobre este proceso de inmunización, para evitar la resistencia a las vacunas. Es importante también tener en cuenta que la información científica se hará más comprensibles si en el proceso de comunicación se cuenta con la participación de químicos, bioquímicos, estadísticos, etc. Incluso sería útil la incorporación de profesionales de otras áreas para poder discutir con propiedad la idea que en definitiva cada uno es dueño de su vida y puede hacer con su cuerpo lo que desee, por ejemplo, no vacunarse, mezclando cuestiones ligadas a libertades civiles individuales con los derechos de la sociedad ante un problema de salud pública.

De todos modos, se ha analizado también la pertinencia de la educación en los cambios de actitudes en los negacionistas (McKinnon & Orthia, 2017), no basta con llevar a la sociedad información correcta sobre vacunas para contrarrestar la información falsa circulante por internet.

La complejidad que implica la reticencia de algunos sectores poblacionales a las vacunas, lo que puede poner en riesgo la llamada “inmunidad de rebaño”, es decir cuando una gran parte de

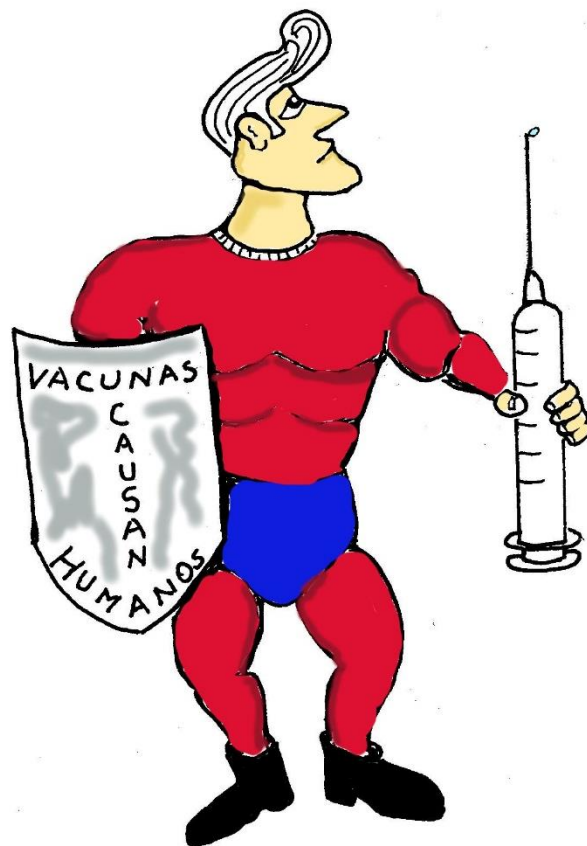
la población se encuentra inmunizada contra alguna enfermedad; lo ejemplifica la situación actual con el sarampión. Una enfermedad causada por un virus mucho más contagioso que el SARS-CoV-2, y que, a pesar de contar con una vacuna efectiva desde la década de 1960, se siguen presentando brotes en todo el mundo a pesar que en algún momento se había considerado erradicado, como por ejemplo en el año 2000 en Estados Unidos, o en el año 1998 en Canadá.

Entre las causas de esta preocupante situación se encuentra la recurrente falta de vacunación a niños en los primeros meses de vida.

Esta actitud criticable de los adultos responsables de estos niños, obedece a creencias equivocadas sobre la eficiencia de las vacunas o por supuestos efectos secundarios de las mismas. En otros casos se corresponde con creencias arraigadas, que implican la no interacción con sistemas médicos como es el caso de las comunidades menonitas y amish, como lo describe la periodista Teddy Rosenbluth en un artículo del New York Times del 18 de abril de 2025.

Figura 20

La importancia de las vacunas



En el campo de la salud la información falsa ya no se remite a afirmaciones puntuales como que el dióxido de cloro (solución al 28 % de clorito de sodio) era efectivo contra el coronavirus. Se trataba de un nombre de un producto químico del cual seguramente se desconocía que era un poderoso desinfectante y que no debía ser ingerido. Con la poca información y la situación de desespero propia de la pandemia muchas personas optaron por el camino tradicional: es una cura efectiva pero las grandes multinacionales, la industria farmacéutica, no desean que se sepa esta importante “verdad”. Esto sucedía en el año 2020. Mirando todo a la distancia de varios años se podría pensar que es una etapa superada, pero lamentablemente si no es idéntica ha empeorado. Por ejemplo, ahora la información puede contener una gran cantidad de datos que le dan un carácter de gran verosimilitud, como sucedió con la noticia circulante recientemente sobre una supuesta demanda presentada por Robert F. Kennedy Jr, la Corte Suprema de Estados Unidos dictaminó que las vacunas contra la Covid-19 “no son vacunas”.

Leyendo la información circulante se verifica que se demuestra un desconocimiento sobre el tipo de mecanismo de acción de las vacunas, mencionando que estas corresponden al área de la terapia génica cuando en realidad se trataba de usar material genético, pero sin producir modificaciones la composición genética de las personas. Confusión que horrorizaría seguramente a un profesional formado en ciencias.

A pesar de que los sitios verificadores de información encontraron que ni la Corte Suprema ha emitido sentencias de este tipo y que el mismo Robert F. Kennedy Jr. Expresó no haber estado involucrado en este asunto, la semilla ya estaba sembrada y todo esto conduce a reafirmar la desconfianza en las personas que creen en un gran complot global mientras descuida su salud y la de su entorno.

Una vez más se comprueba que aun con la experiencia global vivida con la pandemia de Covid, se requiere mucho trabajo en la comunicación científica para revertir estas actitudes negacionistas. Es importante por tanto establecer el denominado “diálogo emocional” que permita conocer los motivos y miedos que conducen a esa actitud. De este modo será más sencillo conseguir la confianza en la ciencia y los científicos.

4.7 Negación del calentamiento global

Un tema de gran actualidad es todo lo relacionado con el calentamiento global ya que se trata de un aspecto sobre el cual a nivel de la sociedad se presentan actitudes opuestas. Una mayoría que comprende la gravedad de la situación y una minoría, no muy pequeña lamentablemente, que niega la existencia de este problema global aduciendo que se trata de algo natural por lo que no requiere que se tomen medidas restrictivas de ningún tipo.

Nuevamente se trata de una problemática que desde la academia se comprende fácilmente aplicando conceptos fisicoquímicos, especialmente enfocados en el efecto de los gases, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), etc. que provocan un aumento en la temperatura de la superficie de la Tierra al actuar como barrera que impide que la radiación infrarroja atraviese la atmósfera.

Los principales argumentos que esgrimen los negacionistas del cambio climático tienen que ver con:

- Que siempre ha habido ciclos de aumento y disminución de temperatura en el planeta por lo que se trata de algo “natural”. En estos casos el aumento de temperatura ocurrió por la liberación de gases por actividad volcánica por ejemplo.
- La propuesta de limitar la emisión de gases de efecto invernadero, por ejemplo, derivados de la utilización de combustibles fósiles obedece a cuestiones políticas para favorecer las economías de ciertos países en detrimento de otros.
- No es creíble que se vayan a producir catástrofes climáticas, como inundaciones, sequías, por culpa del calentamiento climático.
- No hay evidencias serias de la existencia del cambio climático y es algo de lo que se comenzó a hablar recientemente.
- Si hay un pequeño aumento de temperatura en la Tierra no implica que se produzcan grandes efectos sobre la misma.
- No es relevante que haya emisión de CO_2 , de hecho, es producido por la respiración y tanto los árboles como el mar, lo pueden absorber

Desde el punto de vista de los científicos aparentemente resulta algo sencillo contradecir cada una de estas afirmaciones y se esperaría que la sociedad las comprendiera rápidamente. Lamentablemente en un mundo donde aún hay personas que afirman que la Tierra es plana, lo

relativo a calentamiento climático es uno de los mayores desafíos al momento de establecer el diálogo desde la academia con la sociedad.

Reflexionando sobre las afirmaciones anteriores para el caso de preparar una estrategia de comunicación se deberían seleccionar informaciones que permitan comprender mejor la situación para tener de este modo elementos de juicio no basados en afirmaciones sin fundamento.

Es correcto afirmar que los ciclos de aumento y disminución de temperatura corresponden a procesos que se han dado periódicamente en el planeta. Lo que hace crítica la situación actual es que el aumento de temperatura se está produciendo a una velocidad nunca vista. Teniendo en cuenta que se tienen registros de temperatura desde fines del siglo XIX se puede evidenciar que nunca se había producido un aumento de temperatura de esta magnitud (Lindsey & Dahlman, 2024; NASA Science, 2024; NASA Goddard Institute for Space Studies [GISS], s.f.).

Los primeros estudios sobre la relación entre gases en la atmósfera y la temperatura global se remontan a finales del siglo XIX por ejemplo con el trabajo realizado por el físico y químico Svante Arrhenius quien fuera galardonado con el premio Nobel en 1903 por sus trabajos sobre la disociación de los electrolitos. Este científico sueco se interesó en la relación entre la utilización de combustibles fósiles y la temperatura de la superficie terrestre y publica sus resultados en 1896 (Arrhenius & Holden, 1897). Es decir que la problemática del calentamiento global fue anticipada hace varios años atrás.

Si bien existen fuentes naturales de emisión de gases por ejemplo por actividad volcánica, las actividades humanas desde la época de la industrialización han venido incrementando constantemente la cantidad de gases emitidos a la atmósfera lo que ha modificado el comportamiento cíclico observado en millones de años. En este sentido se proyecta para el año 2100 que se produzca un incremento de 2,9 °C por encima de los valores existentes en la era preindustrial (Trent, 2021). Actualmente los principales gases de efecto invernadero son los siguientes (Koop & Dinerstein, 2022):

- Dióxido de Carbono (CO₂): proveniente fundamentalmente por la quema de combustibles fósiles
- Metano (CH₄): proveniente de la producción y transporte de carbón, gas y petróleo. También en prácticas agrícola ganaderas

- Óxido Nitroso (N_2O): de actividades agrícolas, industriales, combustión de combustibles fósiles, entre otros.
- Gases fluorados: gases sintéticos que se emiten en varios procesos industriales

Es correcto negar que por el calentamiento global se producen catástrofes ambientales, lo que si debe afirmarse es que la intensidad y frecuencia de lluvias, sequías e inundaciones se ven alteradas como se comprueba actualmente a causa de esta situación con el clima.

Si bien las plantas durante el proceso de fotosíntesis capturan CO_2 del aire y que este gas se absorbe en el mar, esto no implica que sea suficiente ni exento de complicaciones ambientales estos procesos. La cantidad capturada por las superficies vegetales es insuficiente para revertir la situación generada por la gran emisión a la atmosfera, situación que empeora si se considera el problema de la continua deforestación a que es sometido el planeta. Por otra parte, la superficie marina capta enormes cantidades de CO_2 del ambiente, pero si bien disminuye la concentración en el aire, aumenta la acidez del medio marino, lo cual a su vez trae como consecuencia la afectación del ecosistema, por ejemplo, debilitando los arrecifes de coral al disminuir la cantidad de carbonato (CaCO_3) de calcio de sus estructuras. La desaparición de corales es una catástrofe ambiental es una situación que está lejos de ser resuelta (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2021).

El aumento de temperatura de los mares afecta notablemente la biodiversidad presente ya que cada organismo vivo tiene una temperatura óptima para desarrollarse. Modificar el hábitat de un solo organismo provoca una reacción en cadena en otras especies, ya que esto describe justamente un ecosistema. Hay una interrelación entre especies manteniendo un balance en la naturaleza.

Si bien los cambios climáticos se producen en una escala de tiempo importante, y por tanto se hace necesario en algunos casos emplear modelos para predecir valores futuros, existen algunas situaciones particulares que permiten comprobar experimentalmente lo que se prevé con el aumento de temperatura global. Es el caso de los estudios marinos que se realizan en zonas donde haya actividad volcánica reciente, como el caso del volcán submarino de la isla de El Hierro, en las islas canarias, que entrara en erupción en 2011. Se dispone desde entonces de un verdadero laboratorio marino que permite observar, de manera acelerada, lo que se prevé suceda con el continuo calentamiento global (Ferrera et al., 2015; Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 2021)

El aumento de temperatura global provoca que se derritan grandes masas de hielo y glaciares. Esto provoca a su vez que desde el año 1993 el nivel medio del mar haya subido una media de 3,2 mm/año. Este creciente aumento del nivel del mar trae y traerá graves consecuencias para la vida en las regiones costeras. Uno de los efectos más impactantes tiene que ver con una pequeña nación ubicada en el pacífico sur: Kiribati, un conjunto de 33 islas y arrecifes de coral donde viven unas 132.000 personas (Datosmacro.com, 2025). Este archipiélago tiene la superficie de sus islas solo unos pocos metros por encima del nivel del mar, por lo que desde hace unos años se considera que será este territorio el que sufra los primeros efectos catastróficos causados por el calentamiento global llevando a la desaparición de este.

Se considera que sus pobladores próximamente serán los primeros desplazados por el calentamiento global, sumando a las causas que generan el desplazamiento forzoso de personas como persecución, conflictos, violación de los derechos humanos, ahora también el cambio climático.

Teniendo en cuenta que se trata de un tema en el que los datos actualizados cobran mucha relevancia, existen algunos sitios recomendados para obtener datos relacionados con el cambio climático: Banco Mundial, *World Resources Institute* (WRI), IPCC, CMNUCC y *Global Forest Watch*, entre los más destacados).

Figura 21
Calentamiento global



Nota. Fuente tomado de <https://hablandoenvidrio.com/10-vinetas-contra-el-cambio-climatico-para-entender-el-problema/>

Los anteriores son solo algunos ejemplos donde se puede encontrar alguna relación con la disciplina de la Química. En todos ellos se plantea un desafío importante a la hora de considerar información científica a la sociedad, especialmente por las ideas preconcebidas sobre cada aspecto mencionado. En este sentido se debe hacer énfasis que una investigación científica para ser transparente debe generar resultados con un cierto grado de incertidumbre, algo que para la sociedad sin bases fuertes en ciencia puede sonar algo contradictorio. Se debería transmitir que, a diferencia de los procedimientos milagrosos, en ciencia siempre hay un error implicado, pero que este estará dentro de un margen que los científicos consideran tolerado.

Un resultado científico con error asociado nulo es tan sospechoso como una evaluación donde todos los participantes saquen la máxima calificación.

4.8 Manejo de las estadísticas

El manejo inapropiado de las estadísticas constituye una situación común especialmente en el mundo de la publicidad. De este modo la sociedad está acostumbrada a visualizar los porcentajes como una medida de la efectividad, por ejemplo, de aquellos desinfectantes que prometen eliminar ‘el 99,9 % de virus, bacterias y hongos’. Ante esta información surgen algunas dudas, sobre la confiabilidad de este valor, cómo fue el experimento que condujo a ese resultado, qué tan válido es el uso de un decimal, entre otras preguntas.

Esta situación no es solo motivo de preocupación desde la comunicación científica, sino que es transversal a otros campos, por ejemplo, cuando se usan encuestas para evaluar el favoritismo de un determinado candidato (o candidata) en días previos a una elección. El valor reportado en cuanto a la favorabilidad influirá en la decisión de muchos potenciales votantes a la hora de sufragar.

Otro tanto ocurre cuando se reporta la opinión de un grupo poblacional sobre alguna pregunta central, de este modo se reporta por ejemplo que “Ocho de cada diez colombianos prefieren la cerveza por encima de otras bebidas, como el vino y los destilados: le contamos por qué” (El Tiempo, 2024) o que “El 93% de los jóvenes colombianos prefieren permanecer más de dos años en las empresas” (Latinpyme, 2025) o que “El 73% de los colombianos prefieren trabajar de manera independiente” (La Nota Económica, 2024). En todos casos el encabezado de la noticia es bastante elocuente, pero no se reporta en estos artículos cual fue la cantidad de personas

encuestadas, evidentemente no resulta equivalente el mencionar que consultaron a 10 colombianos y 8 personas expresaron su preferencia sobre la cerveza, que si la consulta se realizó a un millón de colombianos y 800.000 personas contestaron lo mismo. Aunque los porcentajes serían los mismos, ¿qué tan representativo es este resultado para asegurar que corresponde a la opinión general de todos los habitantes?

Si bien estos aspectos seguramente pueden analizarse dentro del campo del mercadeo, estudios políticos, etc., desde el punto de vista de la comunicación pública de la ciencia es un tema importante y sobre el cual se debería trabajar al momento de transmitir información a la sociedad. Lo anterior porque el público objetivo puede ser fácilmente influenciado con estas afirmaciones al momento de tener que seleccionar un medicamento, un alimento o dar un concepto sobre el calentamiento global.

El manejo de conceptos estadísticos básicos es muy importante para la cabal comprensión de la información científica. Es muy diferente la mirada desde la academia que desde la sociedad: cuando se informa que la posibilidad que el asteroide 2024 YR4 choque con la tierra es del orden del 1,5%, seguramente los científicos del campo aeroespacial consideran la importancia de tener una posibilidad de 98,5% que no produzca ningún inconveniente al planeta, los medios de comunicación tradicionales harán énfasis en el terrible destino que predice ese 1,5%.

Del mismo modo si para un medicamento se reporta que se han observado por ejemplo un 0,5% de una población de pacientes donde el mismo ha presentado efectos secundarios graves. Si se trata de una publicidad mencionar que el mismo es efectivo en un 99,5% suena muy bueno y no sería correcto, sin embargo, si a una persona le toca el infortunio de encontrarse en ese 0,5% no tendrá la misma opinión.

En otros casos el porcentual puede ser confiable y de utilidad para los investigadores, pero producir confusión al público no formado en ciencia. Si se reporta que “la probabilidad de lluvia para el día de hoy es del 50%” ... ¿qué tan valiosa pueda ser esta información? O ¿Quién podría contradecirla al llegar la noche?

Para ampliar este aspecto relacionado con el uso de conceptos estadísticos se puede revisar el contenido del texto *¿Qué es (y que no es) la estadística?* de Walter Sosa Escudero (Sosa Escudero, 2022).

En la comunicación pública de ciencia y tecnología se debe ser claros en informar adecuadamente qué implica un determinado valor estadístico. Mencionar solo valores absolutos no es correcto ya que se fortalece la idea, errada, que obtener un valor grande, idealmente 100%, en una medida o determinación permite estar completamente seguros de la efectividad de un método, un desodorante, o la ubicación reportada en el Waze® o en Google maps ®.

Seguramente pocas personas dedicarán tiempo a reflexionar si una precisión de 5 a 10 metros en áreas urbanas cuando se busca una dirección es equivalente a tener el mismo margen de incerteza cuando se realizan los cálculos necesarios por ejemplo para enviar una misión como Rosetta, quien viajó por el espacio durante 10 años hasta encontrarse con el cometa 67P.

En resumen, el manejo indiscriminado de valores estadísticos debería ser evitado o minimizado al momento de transmitir información científica a la sociedad para evitar malinterpretaciones en el mensaje que se desea transmitir.

En el mismo sentido, en el momento de realizar la actividad de comunicación de la ciencia, contrarrestar el abuso habitual de términos como ‘científicamente comprobado’, ‘un estudio científico establece que...’, sin que se amplíen los detalles dejando por tanto la idea que la palabra científico implica necesariamente una afirmación contundente que no deja lugar a duda alguna. Justamente si hay algo que caracteriza la investigación científica es que nunca está exenta de duda.

5. A modo de conclusiones

Comunicar ciencia a la sociedad es un proceso que implica un gran desafío para todos los actores implicados:

- La sociedad que debe recibir información sobre temas en los cuales no tiene una formación previa.
- Los comunicadores que deben interpretar cabalmente lo que se desea comunicar y llevar esa información de forma clara y comprensible al público.
- Los científicos que deben esforzarse por convertir un cúmulo de información importante, pero solo comprensible en un reducido círculo de especialistas, en un mensaje claro.

Cuando se comunica ciencia a la sociedad no solo se transmite una información en particular que se considera pertinente, sino que se está generando una imagen pública de la ciencia y de los científicos. En este proceso se debe tener en cuenta que hacer divulgación científica no implica necesariamente educación científica. La herramienta de comunicación incluso puede considerarse incluso un espacio de entretenimiento para la sociedad, no debe seguir por tanto los patrones tradicionales que se emplean en comunidades cerradas como la de los científicos.

Como lo plantea Alcívar (Alcívar M. 2004, p 48) “el compromiso de la divulgación está en hacer circular socialmente la ciencia estimulando la curiosidad y el asombro, fomentando capacidad crítica y de debate sobre los asuntos controvertidos con implicancias sociales”

Con relación al uso de aplicaciones para comunicar ciencia se debe tener en cuenta que por sí mismas no garantizan el éxito en el proceso orientado a la apropiación social del conocimiento. En este sentido se han estudiados casos donde se comprobó que la circulación de estudios científicos se daba dentro de comunidades cerradas cuando se empleaban estos recursos (Alperin et al., 2019). Es por ello por lo que las tecnologías de comunicación deben estar integradas en su justa medida dentro de un plan estratégico más general. Del mismo modo se debe tener en cuenta que se trata de comunicar a una sociedad formada por seres heterogéneos en cuanto a sus creencias, predisposiciones, formación, etc. y que tal vez en lo único que haya una concordancia es que todos se encuentran diariamente sobresaturados de información.

Modificar ideas preconcebidas, o creencias muy arraigadas requiere una buena estrategia de divulgación. De todos modos, hay que tener en cuenta que se debe actuar frente a situaciones donde personas atravesando problemas de salud apelan a cualquier oferta de curas milagrosas, donde la clase política desprestigiada y sectores empresariales sin muchos escrúpulos han servido

de insumo para creer fácilmente en teorías conspirativas. Todo esto ha desvirtuado el rol o la imagen real del científico, en muchos casos por propia responsabilidad, pasando del superdotado que trabaja con cosas incomprensibles a utilizar de manera impune la frase de ‘comprobado científicamente’ para promocionar un determinado producto.

Se debe tener en cuenta, especialmente para información relacionada con el área de la salud, que ideas generalizadas sobre supuestos intereses económicos (que en algunos casos lamentablemente son ciertos) al prescribir medicamentos conducen a aceptar de mejor grado terapias sin bases científicas, con los riesgos que esto conlleva.

Sin duda es un contexto que no se puede pretender modificar con ofrecer simplemente una conferencia con la ayuda de Power Point. Si realmente existe un interés que la sociedad se apropie de un determinado conocimiento se debe trabajar no solo planteando estrategias para llegar con el mensaje a la sociedad sino también al interior de la comunidad científica para optimizar habilidades de comunicación. Los tiempos actuales conducen a una revisión profunda de cómo se forman los profesionales tanto en el campo de la comunicación como en el plano científico. En este último caso se deberían tener en cuenta recomendaciones sobre los cambios curriculares por ejemplo incorporando aspectos ético científicos, así como un entrenamiento sobre historia y filosofía de la ciencia, tal como lo recomendara la UNESCO en el año 1999 (Unesco, 1999). Esto sin duda favorecería cualquier proceso de comunicación científica que se abordara y no tener, como sucede actualmente, que aprender conceptos sobre la marcha. La idea es contar con profesionales con altos estándares de integridad científica.

La UNESCO ha llamado la atención también sobre la importancia de lograr una alfabetización mediática e informacional, tendiente a mejorar las competencias necesarias para navegar por tantas opciones virtuales disponibles. Sugiere en este sentido que se debería formar en distintos temas, organizados en 14 módulos, que abarcan aspectos como: comprensión de la información falsa, desinformación, igualdad de género, objetivos para el desarrollo sostenible, inteligencia artificial o protección de datos, entre otros temas (Unesco, 2021).

Otro aspecto que debería ser reevaluado es lo relativo a la comunicación científica a los pares. En este sentido se deberían modificar todos aquellos sistemas que establezcan presión por publicar o evaluar la labor científica por la cantidad de citas que un determinado artículo haya tenido. Es verdad que lo que no se comunica no existe, pero hacer ciencia es mucho más que publicar. Es un espacio donde ejercitar una labor creativa éticamente, un proceso de formación

continúa para todos los científicos independientemente del nivel académico alcanzado. Si se trabaja en mejorar todos los aspectos de comunicación con los pares se tendrán profesionales con mayores posibilidades de divulgar con éxito a la sociedad.

Independientemente del modelo que se tome en cuenta para describir la brecha existente entre sociedad y ciencia, la idea del científico montado en un pedestal elevado sobre la sociedad es una imagen recurrente. Teniendo en cuenta esto se debería considerar una estrategia que permita disminuir, no anular, ese ‘pedestal’ y elevar proporcionalmente el piso de la sociedad.

Figura 22
Los científicos y el pedestal



Comunicar ciencia es bueno y moral pero lamentablemente no todo dentro de la ciencia adquiere ese carácter. Resulta interesante recordar las Normas Nertonianas introducidas por el sociólogo Robert K. Merton (“Robert King Merton”, s.f.):

Comunalismo: propiedad común de los descubrimientos científicos y la necesidad de que los científicos compartan públicamente sus descubrimientos.

Universalismo: todos pueden hacer ciencia independientemente de la raza, nacionalidad, género u otra diferencia.

Desinterés: los científicos deben trabajar solo en beneficio de la ciencia.

Escepticismo Organizado: aceptación que todo trabajo científico debe estar condicionado a evaluaciones de su contribución científica, objetividad y rigor.

Se debe ser consciente de la dificultad a la que se deben enfrentar los mediadores del proceso de comunicación científica a la sociedad. Si no es posible revertir totalmente creencias previas o conceptos equivocados, al menos debe procurarse que la sociedad pueda valorar la importancia de que haya una verificación seria detrás de cada noticia que circula en redes, que aumente la confianza en los científicos como referencia para resolver sus dudas, y que pueda expresar libremente sus opiniones para que sirvan de retroalimentación para mejorar el proceso de comunicación de la ciencia.

No se debe perder de vista que quienes no confían en la ciencia tienden a confiar en prácticas alternativas, y para confiar en la ciencia primero deben confiar en los científicos. Sobre este punto a su vez se plantea una situación interesante para ser analizada: confiar en un científico implica el respeto por su experiencia y honestidad para realizar el trabajo; pero realizar honestamente su trabajo implica que el científico debe dejar en claro cuáles son las limitaciones de su investigación y las incertidumbres asociadas; lo cual implica que al abordar la pregunta de investigación se obtendrán también resultados ‘malos’, ‘equivocados’, o incluso ‘sin explicación’; palabras todas que la sociedad difícilmente escuche o lea en redes sociales cuando se presentan algunos resultados ‘increíbles y maravillosos’.

Capacitar a autoridades y científicos para comunicarse con la sociedad no es para fortalecer egos sino para buscar, de la manera más humilde posible, mejorar la sociedad. No se trata de buscar reconocimientos sino de una verdadera “Extensión Solidaria”.

Hacer ciencia puede considerarse una actividad cooperativa, nadie trabaja solo en el laboratorio, purifica sus solventes, realiza experimentos, analiza resultados, acondiciona material, caracteriza muestras, etc., siempre el trabajo de investigación requiere la participación de varias personas con distintas funciones. Si lo anterior es así, la comunicación científica también debería ser una actividad donde haya participación de varias especialidades sin importar cuan relevante o conocido sea el investigador principal.

El desarrollo de la web 2.0, caracterizada por permitir interactuar a los usuarios y poder por tanto generar contenido, trajo aparejado la aparición del término “prosumidor” introducido en el año 1979 por A Tofler en su obra *La tercera ola*. Este nuevo concepto deriva de la combinación de las palabras productor y prosumidor (Islas-Carmona, 2008). Esta relación se aplicó inicialmente

para la interpretación de relaciones económicas, pero actualmente puede ser adaptada a las posibilidades de interacción en la red global. Por tanto, implica que el consumidor de internet puede asumir ambos roles generando un cambio en el comportamiento y hábitos de consumo cultural. Por supuesto que lo anterior no se restringe al campo de la comunicación científica, pero se debe tener en consideración que los generadores de conocimiento científico, científicos, son parte integrante de la sociedad actual y por tanto es de esperar un comportamiento de prosumidores. Si bien esto puede pensarse como una simple cuestión semántica es importante tenerla en cuenta al momento de elaborar una estrategia de comunicación empleando redes sociales, ya que se puede tener una mirada de los dos extremos de la comunicación científica: la generación de contenido científico y la recepción del mismo.

Estableciendo roles

Para el complejo proceso de comunicación social de la ciencia es importante definir claramente el rol que asumirán quienes se responsabilicen de la transmisión del conocimiento. En este sentido se debe evitar confundir comunicación con publicidad. En el primer caso se trata de acercar la información generada en los centros de investigación de una manera lo más comprensible posible y estableciendo claramente los alcances de los resultados obtenidos. Si se realiza este trabajo responsablemente habrá mayor posibilidad que la información sea recibida y posteriormente analizada de manera crítica.

En el segundo caso, la única retroalimentación que se recibirá serán unos pulgares arriba en redes sociales.

Siendo realistas

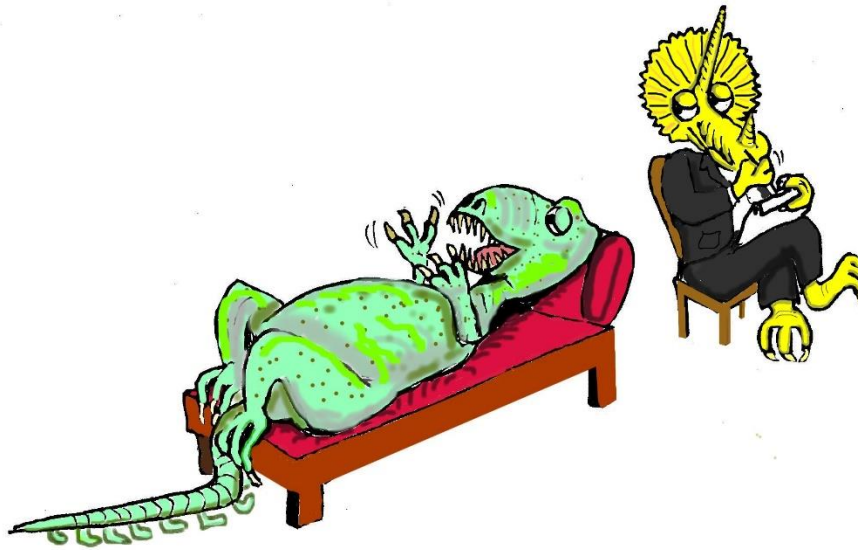
A pesar de todos los cambios positivos producidos en los últimos años: aumento del consenso sobre la importancia de acercar la información científica a la sociedad, cambio en la actitud de los científicos frente a la comunicación, interés de la sociedad, mayor disponibilidad de recursos de comunicación, etc.; se debe ser realista: el proceso de comunicación no se ha facilitado, tal vez todo lo contrario. Cada día aparecen nuevos desafíos. Al menos es lo que se puede percibir cuando aparecen noticias, por ejemplo, que un grupo de “terraplanistas” argentinos al disminuir la visibilidad de su grupo, decidieron recientemente avanzar un paso adelante en lo que definen como

una actitud de “librepensadores”, negando ahora las evidencias científicas de la existencia de los dinosaurios en la Tierra. Acaba de nacer el “dino negacionismo”.

Efectivamente cada día aparecen nuevos desafíos...

Figura 23

Los Dino-negacionistas



-No sé lo que me pasa...a veces siento que no me tienen en cuenta...

Referencias

- Abellán López, M. Á. (2023). Negacionismo (concepto). *EUNOMÍA. Revista en Cultura de la Legalidad*, 24, 250-260. <https://doi.org/10.20318/eunomia.2023.7664>
- Alcíbar, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, 31, 43-70.
- Alinovi, M. (2009). *Historia universal de la infamia científica: Imposturas y estafas en nombre de la ciencia*. Siglo Veintiuno.
- Alperin, J. P., Gomez, C. J., & Haustein, S. (2019). Identifying diffusion patterns of research articles on Twitter: A case study of online engagement with open access articles. *Public Understanding of Science*, 28(1), 2-18. <https://doi.org/10.1177/0963662518761733>
- Arrhenius, S., & Holden, E. S. (1897). On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Earth. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 9(54), 14-24.
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). (2019). *Accidentes - Precauciones – RTCilindros*. <https://www.andi.com.co/Uploads/Accidentes%20-%20Precauciones%20-%20RTCilindros%20Dic.%202019.pdf>
- Banks, E. T. (2023). Laughing to love science: Contextualizing science comedy. *HUMOR*, 36(1), 75-94. <https://doi.org/10.1515/humor-2022-0030>
- Barrio Alonso, C. (2008). *La apropiación social de la ciencia: Nuevas formas*. 4(10), 213-225.
- Barrutia Navarrete, M. (2012). *Comprobación experimental del Teorema de las 1001 Noches*. 8(26), 129-146.
- Biblioteca Complutense (16 de abril de 2024) *Calidad de las revistas y revistas depredadoras*. <https://biblioguias.ucm.es/calidad-revistas/revistas-depredadoras>
- Big Van Ciencia. (s.f.). *El arte de contar la ciencia*. <https://www.bigvanciencia.com/>
- Blume, S. (2006). Anti-vaccination movements and their interpretations. *Social Science & Medicine*, 62(3), 628-642. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2005.06.020>
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2-16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Boykoff, M., & Osnes, B. (2019). A Laughing matter? Confronting climate change through humor. *Political Geography*, 68, 154-163. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2018.09.006>
- British Pathé. (2015, 9 de marzo). *Hindenburg Disaster – Real Footage (1937)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fURATK5Yt30>
- Caicedo Fernández, A. (2010). El uso ritual de yajé: Patrimonialización y consumo en debate. *Revista Colombiana de Antropología*, 46(1), 63-86. <https://doi.org/10.22380/2539472X.973>
- Chema, F. (16 de enero de 2024). *La termometrada de Cadena 3: los oyentes registraron la temperatura de Córdoba*. Cadena 3. https://www.cadena3.com/noticia/siempre-juntos/la-termometrada-de-cadena-3-los-oyentes-registraron-la-temperatura-de-cordoba_37868

- Christiaan Barnard. (2025, 14 de enero). En Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Christiaan_Barnard&oldid=1269323438
- Ciencia Canaria. (2017). *¿Qué es un café científico?* <https://www.cienciacanaria.es/acercate-a-la-ciencia-2017/884-que-es-un-cafe-cientifico>
- Cherilyn, I., & Posetti, J. (Eds.). (2020). *Periodismo, noticias falsas and desinformación*. UNESCO.
- Colombia. Congreso de la República (2009) *Ley 1341 del 2009 (julio 30): por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC*. D. O. No. 47426.
- Colombia. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (s.f.) *Lineamientos para fomentar la cultura de gestión y apertura de las publicaciones científicas*. Minciencias.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). (2021, 14 de octubre). *El 'Ángeles Alvarino' llega a El Hierro para estudiar cómo afecta la actividad volcánica al medio marino*. <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/el-angeles-alvarino-llega-el-hierro-para-estudiar-como-afecta-la-actividad-volcanica-al-medio-marino>
- Cortassa, C. (2016). In science communication, why does the idea of a public deficit always return? The eternal recurrence of the public deficit. *Public Understanding of Science*, 25(4), 447-459. <https://doi.org/10.1177/0963662516629745>
- Curare. (2025, 7 de enero). Wikipedia, La enciclopedia libre. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Curare&oldid=164576212>.
- Datosmacro.com. (2025). Kiribati. <https://datosmacro.expansion.com/paises/kiribati>
- Deslauriers, Jean-Pierre. *Investigación cualitativa. Guía práctica. Versión al español* Miguel Ángel Gómez M. Pereira: Editorial Papiro, 2004.
- Díaz Añel, A. (2016). *Ciencia monstruosa: Explicaciones científicas de monstruosidades famosas*. Editorial Universidad Nacional de Córdoba.
- Dosis. (2021, 19 de julio). *Marihuana medicinal: ¿Para qué sirve? ¿Quién la necesita?* [Video]. YouTube. https://youtu.be/0ylck5ZlgKw?si=tTEp98Qa_1bdoNQI
- El Mundo CR. (2017, 31 de agosto). *Hormona estaría afectando el sexo de cocodrilos en Palo Verde*. <https://elmundo.cr/costa-rica/hormona-estaria-afectando-sexo-cocodrilos-palo-verde/>
- El Tiempo. (2024, 31 de julio). *Ocho de cada 10 colombianos prefieren la cerveza por encima de otras bebidas, como el vino y los destilados: le contamos por qué*. <https://www.eltiempo.com/economia/empresas/ocho-de-cada-10-colombianos-prefieren-la-cerveza-por-encima-de-otras-bebidas-como-el-vino-y-los-destilados-le-contamos-porque-3368748>
- Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2024, diciembre). *Informe de calidad del agua - Medellín*. <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/clientes-y-usuarios/aguas/indicadores-de-calidad/medellin/2024/est-medellin-diciembre-2024.pdf>

- European Commission. (s.f.). *Join a celebration of science*. Marie Skłodowska-Curie Actions. <https://marie-skłodowska-curie-actions.ec.europa.eu/actions/msca-citizens/join-a-celebration-of-science>
- European Commission. (s. f.). *Identifying conspiracy theories*. European Commission. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/coronavirus-response/fighting-disinformation/identifying-conspiracy-theories_en?prefLang=es&etrans=es
- Farinella, M. (2018). The potential of comics in science communication. *Journal of Science Communication*, 17(01), Y01. <https://doi.org/10.22323/2.17010401>
- FameLab Switzerland. (s.f.). *FameLab Switzerland*. <https://www.famelab.ch/>
- Ferrera, I., Arístegui, J., González, J. M., Montero, M. F., Fraile-Nuez, E., & Gasol, J. M. (2015). Transient Changes in Bacterioplankton Communities Induced by the Submarine Volcanic Eruption of El Hierro (Canary Islands). *PLOS ONE*, 10(2), e0118136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118136>
- Fundación Descubre. (s.f.). *¿Qué es Café con Ciencia?* <https://cafeconciencia.fundaciondescubre.es/que-es-cafe-con-ciencia/>
- Fundación Española de la Nutrición (FEN). (s.f.). *Huevo*. <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/huevos.pdf>
- Fusión fría. (2024, 19 de enero). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Fusi%C3%B3n_fr%C3%ADa&oldid=157406085.
- Instituto de Física de Cantabria (IFCA). (s.f.). *Café Científico*. <https://ifca.unican.es/es-es/educacion-y-divulgacion/cafe-cientifico>
- Islas-Carmona, J. O. (2008). El prosumidor: El actor comunicativo de la sociedad de la ubicuidad. *Palabra Clave*, 11(1), 29–39.
- Gómez-Betancur, I., & Benjumea, D. (2014). Traditional use of the genus *Renealmia* and *Renealmia alpinia* (Rottb.) Maas (Zingiberaceae)-a review in the treatment of snakebites. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7, S574-S582. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60292-3](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60292-3)
- Gouyon, J.-B. (2016). 1985, Scientists can't do science alone, they need publics. *Public Understanding of Science*, 25(6), 754-757. <https://doi.org/10.1177/0963662516650361>
- Hussain, S. S., & Kingsley, D. (2024). Ethnomedicinal breakthroughs in snake bite therapy: From folklore to forefront. *Toxicology Reports*, 13, 101795. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.101795>
- Joubert, M. (2018). 1967: Reflections on the first human heart transplant and its impact on medicine, media and society. *Public Understanding of Science*, 27(1), 110-114. <https://doi.org/10.1177/0963662517738619>
- Julián Pérez Porto & María Merino. (2024). *Pensamiento crítico—Qué es, definición, características y ejemplos*. Definición de. <https://definicion.de/pensamiento-critico/>

- Kc, S., & Sapkota, A. (2025). Can gamification save the planet? Revolutionizing citizen science for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 302, 111001. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111001>
- Koop, F., & Dinerstein, N. (2022). *¿Cómo cubrir las noticias sobre cambio climático sin promover la desinformación?* Chequeado-Unesco. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/como-cubrir-noticias-cc-sin-desinformacion.html>
- Krivit, S., & Ravnitzky, M. (2016). It's Not Cold Fusion... But It's Something [Scientific American]. *Scientific American's former blog network*. <https://www.scientificamerican.com/blog/guest-blog/its-not-cold-fusion-but-its-something/>
- La Nota Económica. (2024, 22 de julio). *73 % de los colombianos prefieren trabajar de manera independiente, revela estudio de Deel*. <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/73-de-los-colombianos-prefieren-trabajar-de-manera-independiente-revela-estudio-de-deel/>
- La Vanguardia. (2017, 4 de septiembre). *El sexo de estos cocodrilos está cambiando por culpa de una hormona artificial*. <https://www.lavanguardia.com/natural/20170904/431047580046/sexo-cocodrilos-cambio-contaminacion-disruptor-endocrino.html>
- Latinpyme. (2025, 15 de enero). *El 93% de los jóvenes colombianos prefieren permanecer más de dos años en las empresas*. <https://www.latinpyme.com/el-93-de-los-jovenes-colombianos-prefieren-permanecer-mas-de-dos-anos-en-las-empresas/>
- Levine, J. A. (2023). *Science Communication: For writers and Scientists* (Nouvelle éd). Fondation Ipsen.
- Lindsey, R., & Dahlman, L. (2024, enero 18). *Climate change: Global temperature*. NOAA Climate.gov. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
- Louv, R. (2005). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Algonquin Books of Chapel Hill.
- Loyola University of Chicago (10 de enero de 2025) *¿Qué son las normas APA?* <https://libguides.luc.edu/c.php?g=1144871&p=8355514#:~:text=Las%20normas%20APA%20tienen%20su,la%20comprensi%C3%B3n%20de%20la%20lectura>
- Magisterio TV. (17 de febrero de 2025). *Educación matemática, llave de lectura de las situaciones de aula* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/live/hcHSW4II2xM>
- Mann, M. E., Bradley, R. S., & Hughes, M. K. (1998). Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, 392(6678), 779-787. <https://doi.org/10.1038/33859>
- McKinnon, M., & Orthia, L. (2017). Vaccination communication strategies: What have we learned, and lost, in 200 years? *Journal of Science Communication*, 16(03), A08. <https://doi.org/10.22323/2.16030208>

- Medina, F. (2007). *Precisiones sobre la historia de la quina*. 3(4), 194-196.
- Mehrabian, A. (1970). A semantic space for nonverbal behavior. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 35(2), 248-257. <https://doi.org/10.1037/h0030083>
- Mlodinow, L. (2018). *Las lagartijas no se hacen preguntas: El apasionante viaje del hombre de vivir en los árboles a comprender el cosmos* (Primera edición: marzo de 2016; Primera edición en esta nueva presentación: septiembre de 2018). Crítica.
- Moreno, A. S., & Martínez, O. L. (2010). *Gelotofobia: Evaluación del miedo al ridículo en alumnos universitarios*. 1(1), 289-298.
- Naciones Unidas (s.f.) *Influencia de las tecnologías digitales*. <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>
- Naciones Unidas. (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos*. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS). (s.f.). *NASA GISS: Global Climate Change*. <https://giss.nasa.gov>
- NASA Science. (2024, febrero). *Climate Change: What Is Climate Change?*
- Nejat Veziroğlu, T. (2000). Quarter century of hydrogen movement 1974–2000. *International Journal of Hydrogen Energy*, 25(12), 1143-1150. [https://doi.org/10.1016/S0360-3199\(00\)00038-0](https://doi.org/10.1016/S0360-3199(00)00038-0)
- Ochoa Carrillo, F. J. (2015). Mitos y realidades de la vacunación contra el virus del papiloma humano. *Gaceta Mexicana de Oncología*, 14(4), 214-221. <https://doi.org/10.1016/j.gamo.2015.10.003>
- Osnes, B., Boykoff, M., & Chandler, P. (2019). Good-natured comedy to enrich climate communication. *Comedy Studies*, 10(2), 224-236. <https://doi.org/10.1080/2040610X.2019.1623513>
- Pinto, B., Marçal, D., & Vaz, S. G. (2015). Communicating through humour: A project of stand-up comedy about science. *Public Understanding of Science*, 24(7), 776-793. <https://doi.org/10.1177/0963662513511175>
- Pinto, B., & Riesch, H. (2017). Are audiences receptive to humour in popular science articles? An exploratory study using articles on environmental issues. *Journal of Science Communication*, 16(04), A01. <https://doi.org/10.22323/2.16040201>
- Pódcast. (2025, 4 de abril) Wikipedia, *La enciclopedia libre*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=P%C3%B3dcast&oldid=166609261>
- Poskett, J. (with Pacheco González, P.). (2022). *Horizontes: Una historia global de la ciencia*. Crítica.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2021, 5 de octubre). *El mundo perdió 14% de sus corales desde 2009 por aumento de temperatura de la superficie del mar*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/el-mundo-perdio-14-de-sus-corales-desde-2009-por-aumento>

- Público. (2017, 11 de septiembre). *Un esteroide usado en acuicultura cambia el sexo de los cocodrilos de Costa Rica*. <https://www.publico.es/ciencias/esteroide-usado-acuicultura-cambia-sexo-cocodrilos-costa-rica.html>
- Química orgánica. (2025, 10 de marzo). Wikipedia, *La enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Qu%C3%ADmica_org%C3%A1nica&oldid=165998426.
- Radio Sutatenza. (2024, 30 de septiembre). Wikipedia, *La enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Radio_Sutatenza&oldid=162742560.
- Red de Radio Universitaria de Colombia (s.f.) *69 emisoras-52 universidades-20 ciudades capital-11 municipios*. <https://sites.google.com/a/radiouniversitaria.org/rruc/>
- ResearchGate. (s.f.). *Chemical composition and biochemical features of banana and plantain at different stages*. https://www.researchgate.net/figure/Chemical-composition-and-biochemical-features-of-banana-and-plantain-at-different_tbl1_291049067
- Riesch, H. (2015). Why did the proton cross the road? Humour and science communication. *Public Understanding of Science*, 24(7), 768-775. <https://doi.org/10.1177/0963662514546299>
- Robert King Merton. (s.f.) Wikipedia, *La enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Robert_King_Merton
- Rodríguez, M. S. (2019). Conocimiento y poder en el Modelo de Déficit: Una aproximación epistemológica a la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. *Tecnología & Sociedad*, 8, 31-57.
- Rosler, R. (2006). *Los siete pecados capitales del power point*. 20(2), 79-82.
- Ruggeri, A. (2024). *7 falacias lógicas que te ayudan a detectar un argumento infundado en una discusión*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/articles/cn07dee32dzo>
- Sajan, K. C., & Sapkota, A. (2025). Can gamification save the planet? Revolutionizing citizen science for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 302, 111001. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111001>
- Salinas, D. (2023). *Infografías: Qué es una infografía, tipos y cómo hacer una*. Wixblog. <https://es.wix.com/blog/como-crear-la-infografia-perfecta-en-una-hora>
- Savater, F. (2012). *Ética para Amador* (Ed. 20 aniversario). Ariel.
- Sarukhan, A. (2015, 28 de octubre). *Cómo desmontar científicamente los 4 principales argumentos antivacunas*. ISGlobal. <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/como-desmontar-cientificamente-los-4-principales-argumentos-antivacunas>
- Schug, M., Bilandzic, H., & Kinnebrock, S. (2024). Public perceptions of trustworthiness and authenticity towards scientists in controversial scientific fields. *Journal of Science Communication*, 23(09). <https://doi.org/10.22323/2.23090203>
- Seethaler, S. (2013). Mentiras descaradas y la ciencia: Cómo no tragar entero todo lo que dicen los medios sobre el calentamiento global, la salud y demás controversias científicas de actualidad. En *Editorial Universidad de Antioquia*. Editorial Universidad de Antioquia. https://libros.udea.edu.co/index.php/editorial_udea/catalog/book/278

- Skurka, C., & Lee Cunningham, J. J. (2023). Seeing the funny side: Humor in pro-environmental communication. *Current Opinion in Psychology*, 53, 101668. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2023.101668>
- Smeets, I., Egger, C. B. C. M., De Knecht, S., Land-Zandstra, A. M., Meinsma, A. L., Peeters, W., Romp, S., Schoorl, J., Wijnker, W., & Verkade, A. (2025). Citizens' perspectives on science communication. *Journal of Science Communication*, 24(01). <https://doi.org/10.22323/2.24010205>
- Sosa Escudero, W. (2022). *¿Qué es (y qué no es) la estadística? Cómo se construyen las predicciones y los datos que más influyen en nuestras vidas (en medio de la revolución de big data)* (2a edición ampliada). Siglo Veintiuno Editores Argentina.
- Suoto, M. (10 de abril de 2022) *La ciencia necesita tiempo para pensar: el movimiento que quiere acabar con la cultura de “publicar o morir*. [https://anmdecolombia.org.co/la-ciencia-necesita-tiempo-para-pensar-el-movimiento-que-quiere-acabar-con-la-cultura-de-publicar-o-morir/#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20constante%20por%20publicar%20\(el%20famoso,de%20esta%20sobreproducci%C3%B3n%20de%20art%C3%ADculos%20y%20revisitas](https://anmdecolombia.org.co/la-ciencia-necesita-tiempo-para-pensar-el-movimiento-que-quiere-acabar-con-la-cultura-de-publicar-o-morir/#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20constante%20por%20publicar%20(el%20famoso,de%20esta%20sobreproducci%C3%B3n%20de%20art%C3%ADculos%20y%20revisitas)
- Tal, A., & Wansink, B. (2016). Blinded with science: Trivial graphs and formulas increase ad persuasiveness and belief in product efficacy. *Public Understanding of Science*, 25(1), 117-125. <https://doi.org/10.1177/0963662514549688>
- Te lo Explico. (2020, 21 de octubre). *¿Para qué sirve la marihuana medicinal?* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/MftCGbIq3aI?si=xq6IkMStmOfTb8x>
- TED. (2024, 1 de agosto). Wikipedia, *La enciclopedia libre*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=TED&oldid=161630252>.
- The Open University. (s.f.). *What chemical compounds might be present in drinking water?* <https://www.open.edu/openlearn/mod/oucontent/view.php?printable=1&id=20880>
- Tiotimolina. (2025, 31 de marzo). Wikipedia, *la enciclopedia libre*. Recuperado de <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thiotimoline&oldid=1283225139>
- Trent, S. (2021, 15 de julio). *Small island nations lead the way on climate action*. Environmental Justice Foundation. <https://ejfoundation.org/news-media/small-island-nations-lead-the-way-on-climate-action>
- Titze, M. (2009). Gelotophobia: The fear of being laughed at. *Humor - International Journal of Humor Research*, 22(1-2). <https://doi.org/10.1515/HUMR.2009.002>
- Trula, E. (2020). *En 1910 la gente vivió pánico por la llegada del cometa Halley. El suceso dice mucho sobre nuestro presente*. Xataka. <https://www.xataka.com/magnet/1910-gente-vivio-panico-llegada-cometa-halley-suceso-dice-mucho-nuestro-presente>
- Tudela, J., & Aznar, J. (2013). ¿Publicar o morir? El fraude en la investigación y las publicaciones científicas. *Persona y Bioética*, 17(1), 12-27.

- Uman, I. (2008). *Comunicación pública de la ciencia: Del modelo de déficit al modelo de las dos conversaciones*. Universidad de Buenos Aires. <https://repositorio.sociales.uba.ar/items/show/2950>
- Unesco. (2024). *Herramientas innovadoras de la UNESCO para la alfabetización mediática e informacional*. Unesco. <https://www.unesco.org/es/articles/herramientas-innovadoras-de-la-unesco-para-la-alfabetizacion-mediatica-e-informacional>
- Unesco (2024) *Las licencias Creative Commons*. <https://www.unesco.org/es/open-access/creative-commons#:~:text=Las%20licencias%20Creative%20Commons%20son,utilizar%20y%20distribuir%20un%20contenido>
- Unesco (s.f.) *Alfabetización mediática e informacional*. <https://www.unesco.org/es/media-information-literacy>
- Unesco. (1999). *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994_spa
- Unesco. (2021). *Media and information literate citizens: Think critically, click wisely! Curriculum for educators and learners* (2nd ed.). <https://www.unesco.org/en/articles/media-and-information-literate-citizens-think-critically-click-wisely>
- Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). (s.f.). *Café Científico*.
- Vázquez, M. V. (2018). *Es mentira, el fin del mundo no está próximo*. Viva la ciencia. Divulgación Minciencias. <https://todoesciencia.minciencias.gov.co/fin-del-mundo>
- Vázquez, M. V. (2024). Déjelos que se copien. *Revista Debates*, 91, Article 91.
- Vázquez, M. V., & Álvarez, J. D. R. (2022). El poder de la pseudociencia. *Revista Universidad de Antioquia*, 345, Article 345.
- Watson, G. (2020, 19 de enero). *La curiosa historia de cómo el movimiento antivacunas nació hace 150 años en Inglaterra*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50952151>
- Yap, J., & McLellan, B. (2023). A Historical Analysis of Hydrogen Economy Research, Development, and Expectations, 1972 to 2020. *Environments*, 10(1), 11. <https://doi.org/10.3390/environments10010011>
- Yeo, S. K., Anderson, A. A., Becker, A. B., & Cacciatore, M. A. (2020). Scientists as comedians: The effects of humor on perceptions of scientists and scientific messages. *Public Understanding of Science*, 29(4), 408-418. <https://doi.org/10.1177/0963662520915359>
- Yeo, S. K., & McKasy, M. (2021). Emotion and humor as misinformation antidotes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(15), e2002484118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002484118>

Anexo 1. Encuesta post

Descripción: En un estudio realizado para evaluar el efecto del humor sobre la percepción de la información transmitida en un video, se solicitó a los voluntarios que, luego de brindar una serie de datos personales, visualizaran un corto video donde se exponían conceptos relacionados con partículas fundamentales. Posteriormente se les solicitó que expresaran su opinión sobre el ejercicio.

Para el estudio se dividió a los participantes en dos grupos, a uno de ellos se les presentó el video donde profesionales de la física de partículas explicaban los conceptos y al otro grupo se les presentó el mismo video, pero con la inclusión de un personaje que aportaba una mirada humorística.

Las siguientes fueron la presentación y preguntas que incluía la encuesta:

¡Hola!, gracias por tu colaboración en el proyecto Comunicación de la Ciencia:

Sinergias entre Humor, Cultura, Ciencia y Sociedad que desarrollamos desde la línea de Comunicación de la Ciencia del Grupo de Fenomenología de Interacciones Fundamentales de la Universidad de Antioquia.

En primer lugar, te agradecemos que nos compartas algunos datos generales tuyos:

¿En qué rango se encuentra tu edad?

Menos de 18 años 18 - 28 años

29 - 35 años

36 - 45 años

Mayor 45 años

¿Cuál es el máximo nivel educativo alcanzado o que estás cursando?

Primaria

Secundaria (bachillerato)

Técnica

Tecnología

Pregrado (universitario)

Posgrado

No sabe/No responde

A continuación, te pedimos que mires el siguiente video y posteriormente respondas la encuesta aparece abajo:

<http://youtube.com/watch?v=FrI9BGsfWDw>

En una escala de 1 a 7, donde 1 significa “totalmente en desacuerdo”, 4 “neutro” y 7 “totalmente de acuerdo” valore las siguientes afirmaciones:

- El video me ayudó a comprender mejor el tema de materia oscura
- Creo que este formato me ayudaría a comprender mejor los temas científicos
- Considero que otro formato me ayudaría a comprender mejor el mismo tema.
- Opino que este formato puede ayudar a más personas a comprender este tema.
- El formato utilizado me pareció divertido e interesante
- Creo que el formato es adecuado pero el contenido no es lo suficientemente interesante
- Me parece que los autores del contenido no realizaron un trabajo adecuado, pero el formato puede funcionar como medio para comunicar el contenido propuesto.

Anexo 2: Encuesta Percepción de la Ciencia

Descripción: en un trabajo de investigación iniciado desde el Semillero de Comunicación de la Ciencia, creado en su momento en la Sede Oriente de la Universidad de Antioquia, y posteriormente continuado desde el Grupo de Fenomenología de Interacciones Fundamentales de la Universidad de Antioquia; se diseñó una encuesta para analizar cuál era la percepción de la ciencia de la población encuestada (con alrededor de 550 participantes)

Luego de una primera sección donde se presentaba la encuesta, se solicitaba el consentimiento para utilizar los datos brindados y unas preguntas de caracterización del participante. Posteriormente se incluían tres formatos diferentes de preguntas alrededor de su conocimiento sobre temas relacionados con la ciencia:

Encuesta SICC - Percepción de la ciencia

Esta encuesta hace parte de un ejercicio de investigación del Semillero de Investigación en Comunicación Científica (SICC) de la Universidad de Antioquia. Dicho ejercicio pretende conocer el grado de percepción y apropiación de la ciencia en la sociedad.

TEN PRESENTE QUE:

Los datos recolectados serán utilizados en investigaciones que tendrán como objetivo determinar la percepción social de la ciencia. Estos resultados podrán ser también interpretados en función del impacto que tiene la Universidad de Antioquia y su comunidad académica en la sociedad con respecto a problemáticas como cultura científica y apropiación social del conocimiento.

Las respuestas son completamente anónimas (no se recolectan correos electrónicos).

Tiempo estimado: 5-10 minutos.

Autorizo al SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN COMUNICACIÓN CIENTÍFICA (SICC) DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, para

almacenar, recolectar, gestionar, y/o analizar los datos que suministro mediante el presente formulario con la finalidad de ser utilizados para el desarrollo de un ejercicio investigativo. Certifico que he sido informado(a) con claridad y veracidad sobre los fines de este ejercicio

y autorizo de manera libre e informada el tratamiento de mis datos personales. Autorizo al Semillero para utilizar los datos recolectados en sus investigaciones y hacer publicaciones de carácter científico, anónimo y global. Finalmente, declaro que actúo consecuente y voluntariamente como colaborador(a) y que reconozco la autonomía suficiente que poseo para retirarme u oponerme al ejercicio, cuando lo estime conveniente y sin necesidad de justificación alguna.

¿En qué rango se encuentra su edad?

¿Con cuál género se identifica?

¿Cuál es su máximo nivel educativo TERMINADO?

¿Con cuál de las siguientes clases sociales se identifica?

¿Cuál es su área de estudios principal?

¿En su círculo social se relaciona con personas de cuáles áreas del conocimiento?

¿Estudió o estudia en un colegio de carácter?

¿Estudió o estudia en una institución de educación superior de carácter?

¿Cuál es su país de residencia actual?

Por favor asigne un “verdadero” o “falso” a las siguientes afirmaciones según considere:

La tierra gira alrededor del sol

La quema de malezas mejora la calidad del suelo para cultivo

Los genes de la madre determinan el género del bebé

Los seres humanos vivieron con dinosaurios

Los antibióticos NO pueden tratar los virus

La música clásica puede aumentar la inteligencia de los bebés

Los agroquímicos son productos naturales

A nivel evolutivo la especie más fuerte es la que sobrevive

La vacunación salva vidas

La enfermedad COVID-19 es equivalente a una gripa

Solo se puede investigar en los laboratorios

Lo que dice un científico siempre es verdad

El conocimiento solo se obtiene únicamente de los libros

La edad es importante para hacer investigación

Se requiere conocimiento previo para entender a un científico

Toda investigación es objetiva

En una escala de 1 a 7, donde 1 significa “totalmente en desacuerdo”, 4 “neutro” y 7 “totalmente de acuerdo” valore las siguientes afirmaciones:

Debido a que diferentes científicos usan diferentes conocimientos y métodos, a menudo ofrecen diferentes interpretaciones del mismo fenómeno científico

Debido a que los científicos son objetivos, siempre ofrecen las mismas interpretaciones del mismo fenómeno

Una teoría científica a veces se rebate cuando los científicos descubren nuevas evidencias

Una teoría científica nunca es reemplazada por otra porque se basa en evidencias sólidas

Los científicos a menudo usan múltiples métodos de investigación para llegar a una conclusión convincente

Los científicos siempre usan un único método de investigación

Se puede hacer ciencia por fuera de los laboratorios

Las personas requieren un pregrado para realizar investigación

Un científico es una persona que ha estudiado mucho para poder realizar investigación

Toda la ciencia es buena

El proceso de investigación es estructurado

Los científicos solo realizan investigación de una manera

Todos podemos ser científicos

Todos los científicos son buenos

En una escala de 1 a 7 donde 1 significa “no estoy informado” y 7 “estoy bien informado” valore su conocimiento sobre los siguientes temas:

Modificación genética.

Nanotecnología.

Estilo de vida saludable.

Calentamiento global.

Agricultura sostenible.

Vacunas.

COVID-19.

Cómo sabe un científico qué problemas resolver.

Cómo un científico transmite lo que investiga a la comunidad.

Regulaciones para las investigaciones científicas.

Canales de comunicación de los científicos.

Metodología de la investigación.

Diferencia entre ciencias exactas, naturales y sociales.

Actividades de ciencia en mi entorno.

Anexo 3. Infografía sobre desinformación



Nota: tomada de <https://www.klimafakten.de/kommunikation/alle-uebersetzungen-unseres-grossen-plurv-infoposters-zu-desinformations-strategien>

Anexo 4: Ejemplo lista de control para plan de divulgación

<i>Actividad</i>	<i>si</i>	<i>no</i>
<i>Se identificó el objetivo principal de la comunicación</i>		
<i>Identificado público objetivo</i>		
<i>Claridad sobre el tema central de la comunicación</i>		
<i>Se prevé campaña de expectativa</i>		
<i>El público objetivo posee bases para comprender el tema</i>		
<i>Se cuenta con elementos para evaluar el impacto de la actividad</i>		
<i>Se tiene definido el cronograma de actividades</i>		
<i>Existe la posibilidad de continuar la actividad posteriormente</i>		
<i>Se utilizarán recursos audiovisuales</i>		
<i>Se utilizará material impreso</i>		
<i>Se utilizarán recursos sonoros</i>		
<i>Se incluye actividades presenciales</i>		
<i>Se generarán productos de apropiación (impresos, cartillas, etc.)</i>		