



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO DE ARTES Y DISEÑO
FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO

**ROMPIENDO LA BARRERA DE LA DISCIPLINA:
EL DISEÑADOR GRÁFICO EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL
Orientación en Investigación en Diseño y Comunicación

PRESENTA:

ABRIL LUZ MARÍA ÁNGELES TRUJILLO

DIRECTOR DE TESIS
Dr. Juan Manuel Marentes Cruz
FAD

SINODALES
Dra. María Elena Martínez Durán
FAD
Mtra. María Soledad Ortiz Ponce
FAD
Dr. Marco Antonio Sandoval Valle
FAD
Dra. Ruth López Pérez
FAD

Ciudad de México
Enero 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS



A Luz María, mi mamá, por ser un pilar en mi vida, por ser un ejemplo de ñoñez para mi. Gracias por ser, por estar y por acompañarme en los mejores momentos de mi vida y ayudarme a levantarme en los peores. Gracias por tus palabras, tu apoyo, por ayudarme a crecer y creer en mi.

A Dulce, *brain sister*, gracias por tus palabras de apoyo cuando flaqueaba y creía que no podía más. Tú eres *sister* y yo soy *night*.

A mi papá, Víctor, por apoyarme al emprender los viajes a tierras lejanas y crecer juntos en este viaje de vida.

A mi familia Ángeles: Tío Juan, Tío Marco y Tía Raquel, Tía Eli, Tía Alma y Tío Enrique, por su gran apoyo para poder llegar y vivir en el extranjero.

A mi familia Trujillo: Tía Carmen y Tío Juan, Erika, Diana y Luis por todo su apoyo y compañía en esta travesía.

To Nick, you brought a new light in my life, thank you for all your love, support and cheers during all this work.



AGRADECIMIENTOS



Agradezco al Dr. Juan Manuel Marentes Cruz por su apoyo, guía y confianza para desarrollar este proyecto, por todas las horas de debate, reflexión y crítica constructiva.

Gracias a la Dra. María Elena Martínez Durán por sus consejos para mejorar esta investigación y seguir adelante en lo profesional y personal; a la Mtra. María Soledad Ortiz Ponce por guiarme desde el inicio de la Maestría, al Dr. Marco Antonio Sandoval Valle por su profesionalismo y minuciosa revisión.

Mis más sincero agradecimiento al profesor Sabino Gaínza Kawano por alentarme durante dos semestres a hablar acerca de Diseño, a atreverme y salir de lo convencional, gracias por su ejemplo.

Dr. Alison Anderson, thank you very much for all the support you brought me, the guidance, and the opportunity to work together.

Gracias a Anne Odling-Smee, Rodolfo Pérez Orduña, Tom Cabbott, Annabel Romero, Pelo Pantón, Felipe Serrano, Ernesto Llamas, Aline Guevara, Carlos Ortega, Carmen Gutiérrez, Nora Torres, Lydia Margarita Gil González por su contribución a esta investigación a través de su experiencia y el tiempo que me otorgaron para realizar sus entrevistas.

Iain Stewart, Phil Power, Elena Milani, Emma Weitkamp, Massimiano Bucchi thank you for your feedback and for the different points of view you gave me.

Gracias a Jorge Frascara por compartir su conocimiento para nutrir esta investigación y a Fernando Baptista por su amable contribución y dedicarme un tiempo para charlar acerca de su trabajo.

Thanks to Jane Sanderson and Nicola Flint to help me go through the adventure of being in Plymouth.

Agradezco profundamente a mi *alma máter*, la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme formar parte del Posgrado en Artes y Diseño, gracias por la oportunidad de viajar y expandir mi visión a través de la estancia de investigación en Reino Unido con la beca de movilidad. Gracias a Carmen Istilart por todo su apoyo para que esto se llevara a cabo. Gracias a mi gran amigo Luis Alberto Enríquez por empujarme a esta aventura y escucharme. Gracias a Octavio Garay por todo tu apoyo y por ayudarme en el proceso de solicitud para la beca de movilidad. Gracias a Oliver Gutiérrez por la revisión.

Thanks to University of Plymouth to support my research stay and let me nourish it alongside the wonderful people I met there.

Agradezco también a las Dras. Mayté Sánchez, Carmen Sánchez y Ruth López por sus acertados comentarios para la mejora de esta investigación.

Gracias a todos los profesores, a mis amigos y amigas, a los que coincidimos en el Posgrado, por su amistad, su retroalimentación, por nutrir el debate y sobre todo por su cariño.



ÍNDICE

Introducción	7
--------------------	---

CAPÍTULO 1

Aproximaciones a la comunicación de la ciencia en México a través de la perspectiva del Diseño.....	10
1.1 Interpretaciones acerca de la transmisión del conocimiento científico	12
1.2 Modelos de comunicación de la ciencia a través de la interacción con el público.....	16
1.3 Situación actual de la comunicación de la ciencia a nivel global	19

CAPÍTULO 2

Creadores de imágenes con contenido científico	30
2.1 El ejercicio del Diseño y la comunicación visual en la comunicación de la ciencia	32
2.2 La creatividad de la mente científica	38
2.3 Culturas visuales, entre la ciencia y el diseño.....	42

CAPÍTULO 3

Imágenes digitales que inspiran al cambio en la comunicación de la ciencia	50
3.1 Apropiación del conocimiento científico en la sociedad a través de la imagen digital	51
3.2 Sinergia interdisciplinaria del Diseño para inspirar la participación social y política	63
3.3 Prospección del trabajo interdisciplinario del Diseño en la comunicación de la ciencia	71

Conclusiones	96
--------------------	----

Anexos	102
--------------	-----

Fuentes de consulta.....	139
--------------------------	-----



INTRODUCCIÓN



El entendimiento de la profesión del Diseño y comunicación visual y el como se desarrollan sus profesionales ha sido abordado por algunos autores como Jorge Frascara, quien apunta a que el objetivo de esta disciplina va más allá de la producción gráfica o la explotación de los recursos técnicos para la creación de gráficos, es necesario un análisis del contexto cultural para localizar y definir áreas en las que los problemas de comunicación visual sean también un área de oportunidad para resolver problemas socioculturales, ambientales, políticos y económicos.

El Diseño a través de este acercamiento puede proponer soluciones de comunicación más complejas para problemas serios en torno a la sociedad, esto es, más allá de diseñar un cartel, una calcomanía, un sitio web o realizar el diseño de una revista, el diseñador puede crear campañas de comunicación visual que inspiren al público a crear un cambio en sus actitudes respecto a ciertos temas importantes en la agenda gubernamental, como lo menciona Frascara: “la gente puede comprender sólo aquello con lo que se relaciona con algo que ya comprende”¹.

Una de las áreas en las que el conocimiento generado en sus investigaciones dificulta su comprensión es en las ciencias, si bien sus avances han sido parte de la creación de grandes desarrollos tecnológicos, la comprensión y apropiación de sus saberes para el público no-científico sigue siendo un área de oportunidad tanto para el desarrollo de políticas públicas como para temas en los que la participación social es crucial, como los problemas ambientales, los cuales son originados principalmente por la intervención del ser humano y sus actividades causando la extinción y reducción en el número de especies animales y vegetales.

En el primer capítulo se hace una revisión acerca de los conceptos que describen a la transmisión de los saberes científicos para tener un panorama amplio de qué refieren los autores cuando se habla de comunicación de la ciencia, también se puntualizan algunos modelos de comunicación basados en la interacción que los públicos tienen con el conocimiento científico y que han sido descritos por diferentes autores. Por último se delimitan las estrategias y actividades que se han desarrollado en los últimos años a nivel global para compartir el conocimiento científico: Europa, Latinoamérica y finalmente México. Por último se mencionan algunas áreas de oportunidad y retos a los que se enfrentan los divulgadores.

En el segundo capítulo se analizan los procesos creativos de los principales actores dentro de la creación de imágenes con contenido científico, dado que los creadores de imágenes científicas en su mayoría iniciaron siendo los mismos científicos para apoyar sus investigaciones

¹ Frascara, Jorge. (2017) Diseño gráfico para la gente. 4ª Reimpresión. Ediciones Infinito. Buenos Aires, Argentina.

es importante analizar qué líneas de pensamiento experimentan en su creación, así como los del diseñador que está inserto en esta área. También se analizan las interpretaciones de la realidad y como se crea una cultura visual y se origina un nexo con la cultura científica a través de la comunicación visual. Para entender los nexos entre la comunicación de la ciencia y el Diseño en el área de la cultura visual, es necesario detectar la diferencia entre las visiones que tiene cada disciplina, la formación académica y el entorno profesional crean diferencias en la manera de ver y crear imágenes, por ello es importante analizar las culturas visuales de ambas áreas para hacer un cruce y detectar las disciplinas de oportunidad que tienen los diseñadores en este campo.

Finalmente, en el tercer capítulo se analiza la apropiación del conocimiento científico a través de imágenes digitales y se estudia el uso del marketing digital orientado a la ciencia como una estrategia eficaz en la investigación de públicos para uso de diseñadores y científicos en la creación de imágenes con contenidos atractivos. Asimismo, se analiza como ejemplo de área de trabajo del diseñador el sector político que tiene como similitud con el sector científico la necesidad de divulgación y el desarrollo de estrategias de comunicación visual efectivas. En ambos casos el diseñador necesita tener conocimiento de las diferentes áreas de estudio en las que participa para dar respuesta a las necesidades de comunicación visual que cada una de éstas tenga.

En el mismo capítulo se analizan las entrevistas realizadas a varios diseñadores y científicos que se dedican a hacer diseño para la ciencia, los profesionales que se designan como diseñadores para la ciencia fueron contactados a través de diferentes medios digitales como Twitter, Facebook y recomendación personal; al ser un área profesional en desarrollo son pocos los que se reconocen como diseñadores para la comunicación de la ciencia, es difícil encontrarlos y en algunos casos los posibles entrevistados no tuvieron tiempo o interés en responder, por lo que la muestra pudiera no ser representativa para fines estadísticos, sin embargo, las entrevistas realizadas por su carácter cualitativo permiten entender el quehacer de los creadores de imágenes en este ámbito, sus posibilidades de desarrollo y los factores que coartan el mismo.

Esta investigación persigue revalorar el trabajo del Diseñador y comunicador visual dentro del proceso de transmisión visual de los conocimientos científicos. Lograr el reconocimiento profesional en cualquier área es tarea de todos los que trabajamos en el ámbito del Diseño al reflexionar acerca de nuestro quehacer y buscar nuevas estrategias para mejorar nuestros procesos de producción.





**Aproximaciones a la comunicación
de la ciencia en México a través de la
perspectiva del Diseño**

CAPÍTULO 1

Aproximaciones a la comunicación de la ciencia en México a través de la perspectiva del Diseño



El Diseño y comunicación visual tienen posibilidades de desarrollo cuando sus campos de acción son reconocidos, esto implica tender puentes de conocimiento desde el Diseño hacia otras disciplinas donde su quehacer no ha sido totalmente explorado. En el caso que nos ocupa, al analizar el ámbito de la comunicación de la ciencia como disciplina, es preciso mencionar los conceptos alrededor de ella para entender mejor la situación actual en esta área, así mismo se pueden entender las necesidades visuales y comunicativas en este ámbito del conocimiento. Enunciar el concepto de ciencia y tecnología, es el primer paso para entender el problema de comunicación visual en el cual se encuentra actualmente.

Es innegable que en el último siglo la ciencia y la tecnología han tenido un avance acelerado, podemos observar en nuestra cotidianeidad como la tecnología ha tomado un lugar preponderante en el día a día, este avance ha permeado todas las áreas de conocimiento así como el desarrollo social y cultural. Así los conceptos de ciencia y tecnología se diluyen y se confunden en el imaginario colectivo puesto que el concepto de tecnología está ligado íntimamente al concepto de ciencia que se entiende como “la sistematización del conocimiento objetivo y de los procedimientos para adquirirlo”¹, y la tecnología como un “conjunto de conocimientos específicos y procesos para transformar la realidad y resolver algún problema”. Sin embargo, el concepto de ciencia en el *imaginario colectivo*² se confunde con el concepto de tecnología al intentar describir su relación con el ámbito social, es decir, los individuos en una sociedad creen que su relación con la ciencia consiste solamente en el uso de la tecnología. Es por esta razón que surge la confusión respecto al concepto de ciencia, que en algunas de sus formas pareciera estar desligada de su cualidad social, por ejemplo; la física y las matemáticas. Incluso la especialización en ciertas áreas de la ciencia implica una dificultad de socialización del conocimiento científico debido al lenguaje técnico que



1 Casalet, Mónica. *Tecnología: Concepto, Problemas y Perspectivas*. México: Siglo XXI, 1998. Pág 9

2 Según Edgar Morin, se entiende como un conjunto de mitos y símbolos los cuales funcionan de manera real e imaginaria para crear una mente colectiva, esta es nutrida por proyecciones y transferencias auspiciadas especialmente por los medios de comunicación, los productos de consumo y las personalidades mediáticas.

se utiliza e incluso porque va en contra de la manera en la que la gente piensa o percibe la realidad³.

De igual manera, el término “científico” no es bien aceptado por el público debido a que los descubrimientos de éstos y los avances tecnológicos no siempre conducen a resultados favorables para la sociedad⁴, incluso la percepción del público respecto a estos avances les parece acelerado y abrumador⁵; dos ejemplos de esto son el impacto que tuvo el desarrollo de la bomba atómica y el uso de plástico de manera desmedida, que actualmente es un problema de contaminación a nivel mundial y lo seguirá siendo dentro de algunas décadas.

Cambiar la percepción de la gente en torno a temas relacionados a la ciencia, radica en enunciar la importancia que tiene el desarrollo científico en la sociedad moderna puesto que incluye el crecimiento económico, político y el bienestar social. La ciencia tiene algunas soluciones para problemas en estos ámbitos, tales como la eficiencia energética, el uso adecuado de los recursos hídricos, avances en la prevención y tratamiento de enfermedades, información acerca del calentamiento global y el cambio climático, la escasez de comida, entre otros. El problema de socialización de temas científicos es multifactorial, se tiene que tomar en cuenta la cultura, la economía, el tipo de gobierno, la identidad nacional, los medios de producción y de comunicación, así como los organismos encargados de las políticas públicas.

En este primer capítulo se hace una aproximación a los conceptos que están circunscritos a la comunicación de la ciencia, desde el concepto de la ciencia misma para dar un panorama general de la disciplina a la que el Diseño y comunicación visual se integra, hasta los conceptos que se manejan para definir la transmisión del conocimiento científico de manera somera, para dar un contexto en el que se desarrolla la investigación.



3 Rutjens, Bastiaan T & J Heine, Steven & Sutton, Robbie & van Harreveld, Frenk. “Attitudes Towards Science”. *Advances in Experimental Social Psychology*. 57. 2018. Pág. 7.

4 Jucan, Mihaela Sabina & Jucan, Cornel Nicolae. “The Power of Science Communication” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 149. 2014. Pág. 463.

5 Grove-White, Robin & Machaghten, Phil. *Wising Up – The public and new technologies*. Lancaster University, 2000. Pág. 76.



1.1 Interpretaciones acerca de la transmisión del conocimiento científico

El origen de la ciencia como la concebimos actualmente se desconoce, sin embargo; varios autores han tratado de definir las áreas en las que se divide o su árbol genealógico. No entraremos en definir a profundidad sus campos pues esta área es propia de la Filosofía de la ciencia; ni siquiera los mismos científicos o filósofos pueden definir con exactitud los límites de la disciplina, proponiendo una clasificación estricta, jerarquizada y bien fundamentada, aunque su integración como un todo abstracto y homogéneo implica una falta de flexibilidad en cuanto a sus relaciones epistémicas interdisciplinarias. Sin embargo, para entender el contexto en el que se desarrolla esta investigación basta tomar como punto de partida una clasificación generalizada de la ciencia para luego situarla en el área específica que implica la comunicación de la ciencia, que es el campo de acción al que se refiere la presente investigación y en donde se analizan los procesos de comunicación visual. Es así que tomaremos como punto de partida la clasificación básica que hizo Rudolf Carnap⁶:

Ciencias formales: Estudian las formas válidas de inferencia. incluyen el conocimiento racional y coherente, analítico y abstracto; estudian y validan sus teorías con base en proposiciones, axiomas, y reglas de inferencia. Son parte de ellas la Lógica, las Matemáticas y las ciencias de la computación.

Ciencias naturales: Tienen por objeto el estudio de la naturaleza. También el impacto del hombre sobre el medio ambiente, la evolución de los seres vivos, las relaciones entre las especies y su medio ambiente, así como los movimientos y particularidades de la tierra y los elementos. En este campo entran la Biología, la Geografía, la Ecología, la Física, la Química entre otras.

Ciencias sociales: Se ocupan de los aspectos del ser humano, las manifestaciones sociales tanto en el plano material como el simbólico. Su método de estudio depende de cada disciplina y no pueden postular leyes rígidas o consideradas como universales por el constante movimiento y evolución de la sociedad.

Como podemos observar, los dos primeros grupos (ciencias formales y ciencias naturales), en el imaginario colectivo son los que, en apariencia, están más alejados de la sociedad por el hecho de que sus conocimientos requieren un manejo de la información apegado a una metodología más rígida, estricta y especializada. Incluso la comunicación del conocimiento

6 Ibáñez, Juan José. *Clasificación de las Ciencias: El caótico árbol del conocimiento*. Curso Básico sobre Filosofía y Sociología de la Ciencia, 2009. Consultado septiembre 2017.

entre estos grupos puede tener lagunas y brechas insalvables, los mismos estudiosos e investigadores pueden llegar a no entenderse por el grado de complejidad y especialización. También hay que mencionar la eterna disputa de algunos investigadores respecto a la inclusión de las ciencias sociales como parte del conglomerado unificador entre las ciencias duras y las ciencias naturales.

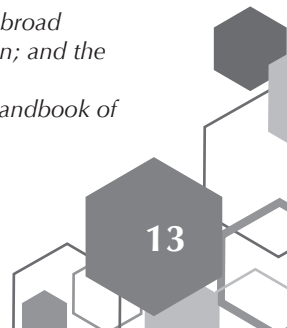
Para acercar las ciencias al público, los investigadores científicos han utilizado algunas estrategias que se centran en presentaciones científicas en medios de comunicación, materiales informativos, museos y festivales científicos, talleres, eventos públicos, etc. sin embargo en los últimos años se ha abierto la puerta a nuevas y diferentes estrategias para que este conocimiento sea compartido y socializado, es así que las artes han entrado a través de teatro científico, poesía y pintura.

La transmisión del conocimiento científico ha sido llamado de diferentes maneras según el contexto y la cultura en la que se desarrolla, esta transferencia se da en dos niveles dependiendo del público al que va dirigido: la difusión, que es una comunicación entre pares, es decir, aquellos individuos que tienen un nivel de cultura científica similar; y la divulgación, que pretende hacer la traducción o transferencia del conocimiento a la sociedad. Como menciona Massimiano Bucchi; “las prácticas de comunicación en ciencia se han desarrollado principalmente en relación con dos procesos amplios: la institucionalización de la investigación como una profesión con un estatus social más alto y una mayor especialización; y el crecimiento y propagación de los medios de comunicación”⁷.

En el primer caso, la institucionalización se refiere a los organismos que puedan transmitir el conocimiento de profesional a profesional, tales sean las instituciones educativas y museos. En el segundo caso se legitima la mediación de los periodistas de ciencia y “popularizadores” de ciencia para transmitir al público esta información científica, considerando al público como falto de entendimiento respecto a los adelantos científicos, según el modelo de déficit de Lewenstein que se explicará más adelante. En cualquiera de los dos casos descritos se entiende que los medios de comunicación están capacitados para transmitir la información



7 Cita original en inglés: “communication practices in science have developed mainly in relation to two broad processes: the institutionalisation of research as a profession with higher social status and increasing specialisation; and the growth and spread of the mass media.” (Bucchi 2008; Traducción propia).
Bucchi, Massimiano. *Of Deficits, Deviations and Dialogues. Theories of Public Communication of Science. En Handbook of Public Communication of Science and Technology.* London: Routledge, 2008. Pág 58



(en la mayoría de los casos) con una base sólida de conocimiento y en otras circunstancias teniendo intereses diversos. También se contempla esta transmisión como un proceso amplio en el cual se transmite el conocimiento sin que el público tenga relación alguna con el mensaje y la información científica que en apariencia, no están relacionados en ningún contexto. De la misma manera este conocimiento se transfiere sin ninguna alteración, es decir, no hay una “traducción” de parte de la comunidad científica hacia el público para su adecuada asimilación. En un estudio más detallado acerca de esta transmisión de conocimiento científico, Burns nombra algunos de los términos con los que se ha denominado a esta transmisión a través de los años. En inglés; *SciCom: Science communication* (comunicación de la ciencia), *PAS: Public awareness of science* (conciencia pública de la ciencia), *PUS: Public understanding of Science* (comprensión o apreciación pública de la ciencia), *SC: Scientific culture* (cultura científica) y *SL: Scientific Literacy* (alfabetismo científico).⁸ Davies y Horst definen a la comunicación de la ciencia de manera general como “acciones organizadas con el objetivo de comunicar conocimiento científico, metodologías, procesos o prácticas en entornos donde los no-científicos son una parte reconocida de la audiencia”.⁹

Aún cuando el proceso enfocado a compartir el conocimiento con la sociedad se ha nombrado de estas maneras, no se ha unificado la designación del término, el concepto varía según el país, la cultura e incluso por los objetivos que persigue y las ideologías que se desarrollan en torno a ella; en el contexto iberoamericano también se utilizan los términos: apropiación social del conocimiento científico, popularización de la ciencia y la técnica, divulgación y comunicación de la ciencia.

En el primer caso, la apropiación está definida por la construcción de una estrategia de cambio social y cultural a través de varios actores y tiene como objetivo que la sociedad incorpore este conocimiento a su quehacer cotidiano. En el segundo caso, la popularización de la ciencia intenta democratizar el conocimiento, así como crear una movilización colectiva para compartir este conocimiento con grupos marginales o con escaso acceso a éste.

Algunos autores como Manuel Calvo Hernando, divulgador y periodista científico español, han designado a la divulgación como la transmisión del conocimiento descodificado y de

8 Burns, Terry W., O'Connor, J. and Stocklmayer. “Science Communication: A contemporary definition”. *Public Understanding of Science*. Sage Publications. (2003) DOI: 10.1177/09636625030122004

9 Sarah R. Davies and Maja Horst. *Science Communication*. (London: Macmillan Publishers, 2016), 4

manera accesible a un gran público; Ana María Sánchez, la designa como “la recreación del conocimiento a través de diversos medios”.¹⁰ En español, el término *divulgación* hace referencia a la transmisión del conocimiento a las personas que no poseen una cultura científica o un conocimiento básico.

Por ejemplo, Alfredo Marcos y Fernando Calderón contemplan la noción de la comunicación de la ciencia como un sistema abierto, adaptativo y social que, aunque está basado en la Teoría General de Sistemas, declaran tiene una cierta autonomía y está ligado al entorno por diversas vías de comunicación, así mismo explican que “está ligado a otros sistemas próximos, el científico, el tecnológico, el político, el económico y otros más lejanos pero no inconexos”¹¹. Indican de la misma manera que la comunicación científica es un pilar para el desarrollo social y político, tomando en cuenta al individuo como “ciudadano, consumidor, votante, contribuyente, afectado”¹² en este sentido el público se convierte en un receptor activo y valioso para el proceso de comunicación de la ciencia.

Algunos otros conceptos han sido acuñados por los estudiosos de la comunicación de la ciencia en México, en este caso se menciona uno de Gómez Mohedano que es importante apuntar:

Cultura científica: el mínimo de conocimientos científicos y destrezas básicas que un ciudadano actual debería manejar para participar de manera comprometida con su entorno.

Educación formal: es la educación escolarizada, jerárquica, basada en el currículum, evaluada sobre metas curriculares, y que se lleva normalmente a cabo en una institución reconocida.

Educación no formal: es la educación sistemática, planificada y evaluada, pero no jerárquica, que puede llevarse a cabo tanto en instituciones escolares como en ámbitos abiertos y rurales.

Educación informal: es la educación cotidiana, voluntaria o no, pero que puede ser encauzada en sitios como los museos.

Material de divulgación: así se les llama a las obras tangibles (como artículos, libros, videos) que producen los divulgadores.

Materiales didácticos: apoyos a la enseñanza, desde objetos hasta el producto de los medios de comunicación.



10 Tagüeña, Julia, et al. *La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina*. Congreso Iberoamericano de Ciencia y Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Palacio de Minería, Ciudad de México. 19 – 23 Junio, 2006. Pág. 1.

11 Marcos, Alfredo y Calderón, Fernando. *Una teoría de la divulgación de la Ciencia*. Universidad de Valladolid, Departamento de Filosofía, 2001. Pág. 11.

12 *Ibíd.*, Pág. 3.



Medios de divulgación: para realizar su obra los divulgadores utilizan medios de comunicación diversos: conferencias, escritos, audiovisuales, museográficos, teatrales, radiofónicos e hipermedios¹³, entre otros.¹⁴

1.2 Modelos de comunicación de la ciencia a través de la interacción con el público

Dentro del estudio de la comunicación visual, el público se define como *audiencia*, la cual se convierte en receptor en un proceso lineal de comunicación¹⁵, por otra parte la definición de *público* como concepto dentro del campo de estudio de la comunicación de la ciencia lo define Burns como; cualquier persona en la sociedad, es decir, se le considera como grupo heterogéneo, multifacético e impredecible pues incluye dentro de este grupo a otros subgrupos importantes. Esto grupos están incluidos como actores dentro de la transmisión del conocimiento científico y fungen como receptor y remitente en algunos casos:

Científicos: Como ya se había mencionado, este grupo es el principal generador de conocimiento y pueden formar parte de la industria, la comunidad académica y el gobierno.

Mediadores: comunicadores que pueden incluir a comunicadores de la ciencia, divulgadores, periodistas y otros miembros de los medios, educadores y líderes de opinión.

Tomadores de decisiones: creadores de políticas públicas en el gobierno e instituciones científicas.

Público general¹⁶: los tres grupos anteriores, además de otros sectores y grupos interesados por ejemplo asociaciones sociales y niños en edad escolar.

Público atento: parte de la comunidad en general y que está interesada en la ciencia y sus actividades, además que posee conocimiento científico



13 Hipermedio: semejante al hipertexto, es un sistema de organización de información con una estructuración multilineal, de tal forma que el lector pueda definir su propio recorrido. La representación de dicha información involucra componentes no textuales como gráficos, animaciones, sonido, voz y vídeo. Su originalidad no está en la naturaleza de los medios que incorpora, sino en el sistema de enlaces de información, su tendencia a atomizarse en unidades menores, o nodos, es decir, en unidades lógicas de lectura que siguen unidas mediante nexos o enlaces. Definición tomada de Universidad de Antioquía. Vicerrectoría de Docencia. Integración de Tecnologías a la Docencia. <http://docencia.udea.edu.co/vicedocencia/hipermedio.html>

14 Gisela Yazmín, Gómez Mohedano. *Aproximaciones teórico- prácticas para motivar la elección de áreas científico-tecnológicas en México*. USA: Palibrio, 2015. Pág. 132-134.

15 Rose, Gillian. *Visual Methodologies. An introduction to Researching with Visual Materials*. London, UK: SAGE Publications Ltd., 2016. Pág. 258.

16 Aunque en la mayoría de los proyectos de comunicación visual la definición de público general es muy amplia y puede remitirnos a una falta de conocimiento de un público objetivo se toma la definición de Burns para explicar el contexto en el que se desarrollará el diseñador y las perspectivas a las que se enfrentará al intentar entrar en este medio profesional.



Público lego: incluye a la población que no tiene conocimiento científico, así como a otros científicos que no son expertos en un campo de conocimiento en particular.

Participantes: son miembros del público que están directamente o indirectamente envueltos en el proceso de comunicación de la ciencia y que pueden pagar por un servicio como clientes o que pueden invertir en alguna parte del proceso.¹⁷

Así como la definición del concepto de *comunicación de la ciencia* tiene varias acepciones por los diferentes objetivos que persiguen, también la definición de audiencia y público tiene complicaciones pues como apunta Bruce Lewenstein¹⁸: “Los académicos en diversas disciplinas han estado explorando lo que significa “comprensión pública”, cuáles son los objetivos de diversas actividades de comunicación pública, a quién sirven (o quién falta a) estas actividades y qué restricciones afectan la comprensión pública de la ciencia.”¹⁹

Este problema de definición se entiende al revisar los diferentes modelos de comunicación que se han propuesto a lo largo de los años, mismos que han cambiado respecto a su definición de comunicación, los ha habido lineales que definen al proceso de transmisión de una manera simple que va del remitente al receptor a través de un medio, como el modelo de transmisión que describe Leach²⁰ en torno a la comunicación de la ciencia, en el cual sólo incluye al emisor, el mensaje y el receptor; así como los modelos de difusión que describe Burns en los que la información se dispersa ampliamente y se permite al receptor “empaparse” de la información²¹. De la misma manera el modelo ritual²², que Leach describe, enfatiza no solo la comunicación de los mensajes en el espacio entre remitente y receptor sino el intercambio comunal de



17 Burns, Terry W., O’Connor, J.and Stocklmayer. (2003) *Science Communication: A contemporary definition*. Public Understanding of Science. Sage Publications. DOI: 10.1177/09636625030122004 Pág.184.

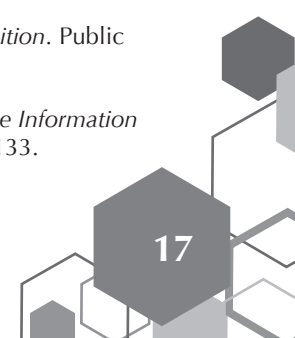
18 Lewenstein, Bruce. *Models of public communication of science and technology*. Departments of Communication and of Science & Technology Studies, Cornell University. Ithaca, NY. (2003) Pág. 1.

19 Cita original en inglés: “Scholars in various disciplines have been exploring what “public understanding” means, what the goals of various public communication activities are, who is being served (or missed) by these activities, and what constraints affect public understanding of science.” (Lewenstein, 2003; traducción propia). lan Publishers)rmacigiaseño y comunicacion su dimensi lan Publishers)rmacigiaseño y comunicacion su dimensi

20 Leach, Joan et al. Models of science communication. En *Investigating Science Communication in the Information Age. Implications for public engagement and popular media*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009. Pág. 132.

21 Burns, Terry W., O’Connor, J.and Stocklmayer. (2003) *Science Communication: A contemporary definition*. Public Understanding of Science. Sage Publications. Pág.186.

22 Leach, Joan et al. “Models of science communication”. En *Investigating Science Communication in the Information Age. Implications for public engagement and popular media*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009. Pág. 133.



la información en un contexto cultural particular. Así en años recientes se ha reconocido la importancia del contexto social y político en el cual se desarrolla la comunicación de la ciencia, así como la receptividad del público dependiendo del entorno en el que se encuentre.

Otros de los modelos de comunicación que han sido ampliamente aceptados por los estudiosos del área son los 4 modelos que definió Lewenstein en el 2003, los cuales son: modelo contextual, modelo de experiencia del público lego, el modelo de participación pública y el modelo de déficit²³.

El *modelo contextual* sugiere que; aunque el público no tenga una versión adecuada o un concepto claro de qué es la ciencia y la tecnología, a pesar de construir una concepción propia en el contexto en el que se encuentren, si se tiene un contexto adecuado pueden construir una concepción o una visión más adecuada.

El *modelo de experiencia del público lego* se refiere al conocimiento que es adquirido a través de la experiencia pero no necesariamente a través del estudio, es decir, los expertos en un tema tienen un grado de conocimiento que no tienen un grupo de personas ajenas a la ciencia, pero éste mismo grupo puede tener un grado de conocimiento mayor incluso al de los expertos. Esto se da generalmente en las comunidades en las que la experiencia respecto al ambiente en el que viven les da mayor conocimiento de las particularidades de su entorno, esto se puede ver especialmente en el caso de los agricultores. En este sentido, es necesario implementar una vía de comunicación entre los dos grupos con el fin de nutrir su argot a partir de los conocimientos que ambos tienen, esto con el fin de mejorar las condiciones en las que se encuentran.

El *modelo de participación pública* se refiere al planteamiento de acciones que impulsen la colaboración del público en la toma de decisiones y el diseño de políticas tecnocientíficas para, así, aumentar el grado de confianza que reduzca la intervención absoluta de la élite científica y política que mantiene el control sobre estos temas.

El *modelo de déficit* hace énfasis en la poca alfabetización o cultura científica de la población, su escasa habilidad para entender nociones básicas de ciencia y la necesidad de crear programas para restaurar esa brecha de entendimiento, asumiendo que, cuando esto suceda la sociedad será mejor.

23 Escobar, Jorge M. *El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica*. 193(785): a407. Arbor Pensamiento y Cultura, 2017. Pág.1.

En el caso del modelo de déficit y el modelo contextual, sus estrategias se centran en que el público se apropie del conocimiento científico para resolver problemas que existan en la sociedad, los emisores en este caso son los investigadores científicos. En el caso del modelo de participación pública y el de experiencia legítima, se hace énfasis en las estrategias comunicativas que permitan al público entender la ciencia y pueda estar a la par con los expertos respecto a la toma de decisiones que puedan afectar a ambos grupos.

En cuanto al modelo de *El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica* indica:

...los científicos son expertos y el resto de los ciudadanos conforma un público básicamente ignorante sobre asuntos científicos y tecnológicos...Este sería un déficit de tipo epistémico. Pero el déficit puede referirse al grado de participación ciudadana en las decisiones sobre ciencia y tecnología...porque sin importar cuánto puedan saber al respecto, simplemente su falta de idoneidad hace que su voz sea irrelevante en los procesos de toma de decisiones. Este déficit no sería de tipo epistémico, sino político.²⁴

En este sentido, el problema de la transmisión se complica por los estratos en los que se concentra el poder en la toma de decisiones así como los contextos culturales, los grupos a los que van dirigidos los mensajes y sus características, el nivel social y económico, además del grado de participación que quiera tener el público.

En México; dista mucho de llevar a cabo este tipo de estrategias debido a la desigualdad socio-económica y la falta de asignación de recursos gubernamentales para programas de divulgación.

1.3 Situación actual de la comunicación de la ciencia a nivel global

La comunicación de la ciencia, definido como un ecosistema según Davies y Horst, integra "la heterogeneidad y multiplicidad... de este campo, ...en el que las diferentes prácticas de comunicación son vistas como nichos que se mantienen a sí mismas y a los demás en una compleja red de interdependencia y autonomía"²⁵. Explican como cada nicho tiene su propia



24 Ibíd. 5.

25 Davies y Horst, *Science communication*, 6.

tradición para comunicar ciencia, por ejemplo; los medios de comunicación son el nicho principal, en los cuales se han desarrollado los primeros intentos de compartir el conocimiento científico con el público, aquí se encuentra el periodismo científico, los documentales, programas televisivos, etc. Las autoras describen también como los investigadores y académicos en Europa dan lecturas públicas grupales o individuales para compartir su conocimiento, así como la publicación de libros de divulgación. De la misma manera se han abierto espacios diferentes a la presentación oral y escrita tradicional, por ejemplo, la participación de investigadores científicos en *performances*, intervenciones artísticas, presentaciones teatrales, comedia y *storytelling*. También se apuesta por otro tipo de presentaciones, tales como *Science Slam* (<http://www.scienceslam.de/>) en Alemania donde jóvenes científicos ponen en escena sus proyectos ante público no científico, gana la mejor presentación.

Por otra parte, el desarrollo acelerado de la comunicación digital en los últimos años ha desencadenado la explotación de las redes sociales y plataformas digitales. Las universidades alrededor del mundo utilizan estos medios digitales para comunicar sus investigaciones a la par de los antiguos métodos de comunicación como son los congresos, talleres, conferencias y mesas redondas.

En América Latina la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología (RedPOP) es un organismo que analiza el contexto latinoamericano, buscando desarrollar programas en las instituciones de los países participantes; creando colaboraciones e intercambios, sus estudios y análisis más conocidos son: “La Guía de Museos y Centros de Ciencia en América Latina y el Caribe (Massarani et al, 2015), Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina (Fernández, Bello y Massarani, 2016) y un mapa de los cursos de posgrado en la región para formar divulgadores (Massarani et al, 2016)”²⁶. Estos estudios pretenden identificar las diferentes maneras en las que se desarrolla la divulgación de la ciencia en estas áreas geográficas, qué públicos son atendidos y cuáles son las condiciones en las que operan los divulgadores, así como sus retos. Siendo necesario un cúmulo de estudios más extensivos, éstos dan pauta para saber el universo de posibilidades que se pueden desarrollar, así los datos que arrojan indican que las estrategias que se siguen en Latinoamérica y las actividades que de ellas se derivan son las siguientes: visitas a recintos, producción de

26 Patiño Barba, Ma. De Lourdes et al. *Diagnóstico de la Divulgación de la Ciencia en América Latina: Una Mirada a la Práctica de Campo*. León, Gto. México: Fibonacci – Innovación y Cultura Científica, A.C., RedPOP, 2017.

materiales, eventos y programas, productos editoriales, internet, prensa, TV y radio.

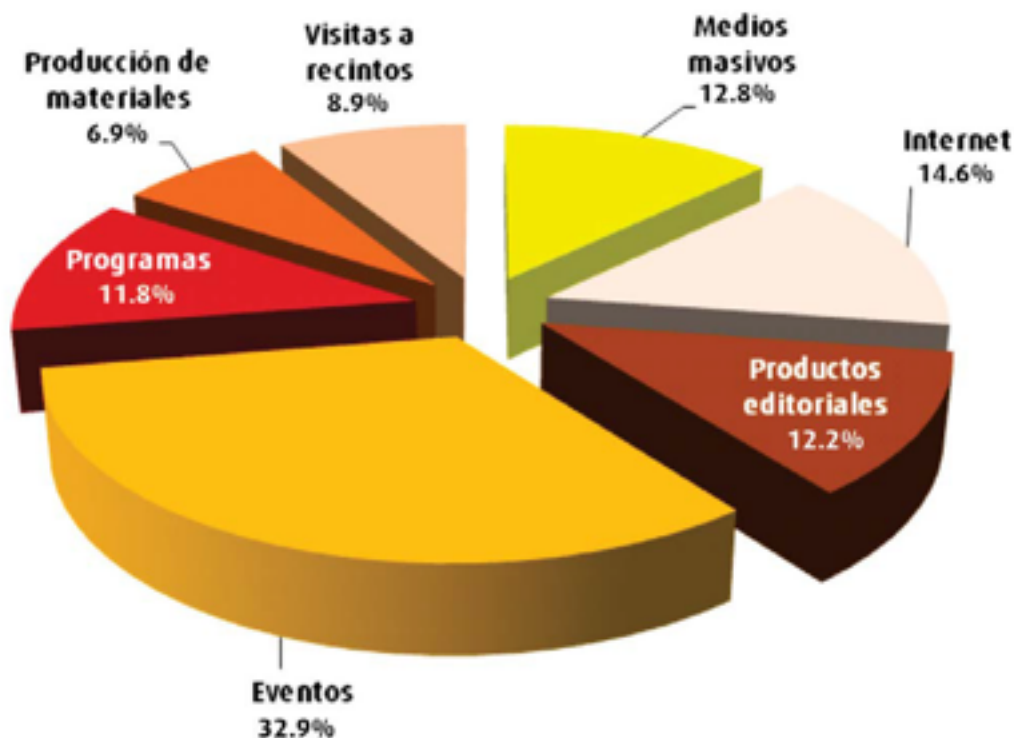


Figura 1 “Proporción de acciones de divulgación científica por estrategia general empleada, por las instituciones que respondieron encuesta”. Patiño Barba, Ma. De Lourdes et al. Diagnóstico de la Divulgación de la Ciencia en América Latina: Una Mirada a la Práctica de Campo. León, Gto. México: Fibonacci – Innovación y Cultura Científica, A.C., RedPOP, 2017. Pág 54

Como se puede apreciar, los eventos de divulgación son los predominantes en América Latina, seguido de las estrategias de internet que son las que, por el contexto global, van en alza, los tradicionales medios masivos de información en tercer puesto.

En estos estudios también se habla acerca de la poca periodicidad que tienen este tipo de estrategias, lo que hace imposible la posibilidad de un crecimiento sostenible, en algunos casos incluso los eventos se llevan a cabo mensualmente y en otros anualmente.

los eventos más grandes en dimensiones así como las ferias y tianguis de ciencia aunque estos en estos últimos su periodicidad es anual, después vienen los cursos y diplomados de ciencia y tecnología, los cursos de verano, las muestras y exhibiciones de prototipos, los talleres de ciencia y tecnología, mesas redondas, ciencia móvil (vehículos equipados para exposiciones itinerantes, ciencia en plazoletas, etc.), foros de discusión sobre temas de ciencia y tecnología, seminarios de divulgación, proyección de videos, olimpiadas de conocimiento, demostración de experimentos, ciclos de cine, conciertos, obras de teatro y otros espectáculos, observación astronómica, excursiones científicas, clubes de ciencia, cafés científicos y celebración anual de Año internacional acerca de temas científicos.²⁹

La producción de materiales y recursos según el estudio de RedPOP se centra en videos, kits de experimentos, multimedia y podcasts que suman 1,721,800 ejemplares publicados por las 98 instituciones que encuestaron. Este tipo de estrategia de divulgación no es muy común por lo cual sus publicaciones son eventuales u ocasionales³⁰.

Por último se tomó en cuenta también la organización, patrocinio y visitas a recintos institucionales, exposiciones científicas (catalogadas en esta sección por el tipo de atención que reciben los visitantes), planetarios, casas de ciencia (recintos más pequeños y museos y centros de ciencias, los laboratorios también están incluidos aunque son los recintos que tienen menor índice de visitas porque no están abiertos al público.

Como se puede observar los nichos de divulgación en Latinoamérica son amplios y están en desarrollo pues algunas de las estrategias antes descritas no están disponibles o son difíciles de llevar a cabo pues no existen los espacios y/o los presupuestos para realizarse. Hay algunas otras variables como son los presupuestos gubernamentales, las políticas públicas y los reglamentos y visiones internas de las instituciones que pueden impulsar o detener este desarrollo.

La descripción del contexto latinoamericano en divulgación de la ciencia está íntimamente ligado al contexto mexicano pues culturalmente está inmerso en él. Además el estudio que realiza RedPOP para Latinoamérica incluye las estrategias comunicativas que México lleva a cabo. Algunas de las instituciones que están incluidas en este estudio son asociaciones civiles, centros de ciencias, universidades, centros de investigación científica, museos interactivos de

29 Patíño Barba, Ma. De Lourdes, 2017, 72.

30 *Ibíd.*, 82.

ciencia, planetarios, jardines botánicos, revistas de las facultades de ciencias y sociedades de divulgadores. La lista completa de instituciones mexicanas puede ser consultada en el Anexo 1.

Dentro de estas instituciones también se desarrolla la investigación de la divulgación o comunicación de la ciencia para contribuir con la construcción del campo de conocimiento, el desarrollo de productos de divulgación, estudios referentes al público, evaluación de actividades de divulgación, promoción, formación, capacitación y actualización de divulgadores.³¹

Muchos divulgadores que ejercen como profesionales se encuentran principalmente en los institutos de investigación científica creando un puente de comunicación entre el público y los investigadores, haciendo gestión para recaudación de fondos y la vinculación con diferentes actores de la sociedad mexicana. Una de las principales entidades dedicadas a la comunicación de la ciencia es la *Dirección General de Divulgación de la Ciencia*, que es una entidad dependiente de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México y su función es la de promover, divulgar y fomentar la ciencia, incrementar la cultura científica y tecnológica en la comunidad universitaria y por ende en la sociedad mexicana. Esta institución cuenta con dos museos de ciencia y utiliza medios como la radio, la televisión, medios digitales, conferencias y teatro científico.

Otra de las instituciones que más aportaciones ha hecho a la divulgación a través de sus miembros es la *Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica*, A.C. (SOMEDICYT), una institución sin fines de lucro, es una de las más antiguas y conocidas asociaciones de comunicadores de la ciencia del país con más de 230 socios que en conjunto residen en la mayoría de los estados de la república. Esta institución tiene como objetivos principales:

Propugnar porque el conocimiento científico y técnico sea accesible a todos los sectores de la población, impulsar y promover la coordinación y organización de la divulgación científica en el país, fomentando el interés y apoyo de individuo e instituciones, favorecer el acercamiento y enlace entre la comunidad científica y técnica y el resto de la sociedad, ampliar e intensificar la participación de los científicos y los técnicos en las tareas de divulgación, conseguir que la divulgación del conocimiento científico y técnico sea reconocida en el país como una labor fundamental al igual que

31 Patino Barba, Ma. De Lourdes. *La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: Visiones, retos y oportunidades* México: Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y La Técnica, A.C., 2013.

la investigación y la docencia, realizar investigación científica, técnica, social y educativa en el campo de la divulgación de la ciencia y temas afines, ampliar los canales de la divulgación de la ciencia y la técnica, utilizando diversos medios de comunicación, así como los medios masivos de comunicación, divulgar el conocimiento científico y técnico de la manera más amena posible, propiciar la evaluación de actividades y divulgación científica, contribuir a la formación de divulgadores profesionales y colaborar con universidades e instituciones en la organización de proyectos y actividades de divulgación e investigación.³²

Estos objetivos pretenden ser alcanzados a través del trabajo multidisciplinario de sus miembros los cuales, en su mayoría, “trabajan en instituciones de investigación (56%), así como en instancias de gobierno y privadas(33%), un porcentaje más bajo(11%), trabajan como *freelancers*”³³, en muchos de estos casos esta actividad no está ligada a un trabajo de tiempo completo. En este heterogéneo grupo se encuentran escritores, reporteros, científicos, periodistas, museógrafos, fotógrafos, diseñadores, informáticos, ingenieros, artistas y educadores los cuales han contribuido a la publicación de libros para niños y adolescentes, publicaciones de investigación del campo de la divulgación revisadas por pares, exhibiciones en museos, conferencias internacionales, talleres, seminarios, cursos y convocatorias para concursos de ensayos. Actualmente han lanzado una convocatoria para integrar las TIC en la divulgación a través de la creación de APPs para dar a conocer temas de biodiversidad.

Los retos a los que se enfrenta la divulgación de la ciencia en México son, en primer lugar la pobreza, hay que tomar en cuenta que hay “49.5 millones de personas en situación de pobreza y 9.3 millones de personas en pobreza extrema, 8.6 millones de personas vulnerables por ingresos y 36.7 millones de personas vulnerables por carencias sociales”³⁴. ¿Cómo estos objetivos pueden ser aplicados a esta población para mejorar su calidad de vida?, ¿cómo hacer que el conocimiento científico llegue a personas que tienen como prioridad vivir o tener la seguridad de que comerán algo día a día? Otro de los retos a los que se enfrentan los investigadores y divulgadores son las creencias religiosas que sobrepasan el conocimiento científico en el imaginario colectivo de gran parte de la población, en especial en los grupos



32 ¿Quiénes somos? Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICyT) <https://www.somedyt.org.mx/somedyt/nosotros.html>

33 Sánchez-Mora Carmen et al. *Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession*. Public Understanding of Science. UK: SAGE Publications, 2014. Pág. 3

34 Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL. *Medición de la pobreza*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx> , 2016.Consultado diciembre, 2018.

que están en pobreza extrema. Rui Pérez Tamayo menciona respecto a este tema, en su texto *Sobre la divulgación científica en México*, que es necesario “incorporar el espíritu de la ciencia en la cultura nacional” en él alude a combatir las explicaciones sobrenaturales acerca de la naturaleza que tiene la cultura mexicana, a través de campañas sostenidas y vigorosas, como él las llama, con una organización y suficiente presupuesto como para alcanzar las campañas publicitarias de marcas de productos de lujo, sin embargo los presupuestos con los que se cuenta para la divulgación o comunicación de la ciencia distan mucho de la posibilidad de llevar a esas esferas de comunicación publicitaria.

Así mismo, otro problema es la aceptación de los públicos y el reconocimiento de la labor que los divulgadores de ciencia están llevando a cabo. Tampoco hay un soporte por parte de los tomadores de decisiones para generar apoyos económicos para todas las actividades y gestiones que los programas de divulgación necesitan. En este caso las estrategias de comunicación de la ciencia necesitan ser redirigidas a los tomadores de decisiones para mostrar la pertinencia de este tipo de programas pues, en algunos casos, su aplicación es crítica sobre todo en temas de salud pública, higiene, problemas medioambientales y cambio climático.

Al analizar este universo de posibilidades respecto a los diferentes rubros que abarcan las estrategias de divulgación y comunicación de la ciencia a nivel global, se puede inferir que los diseñadores tienen oportunidad de participar, sin embargo, dentro de estas estrategias los investigadores científicos y divulgadores de la ciencia con formación científica, al tener la necesidad de producir imágenes para apoyar todas estas estrategias, se han incorporado al quehacer gráfico. En el siguiente capítulo se hablará del papel de cada uno en este ámbito.

Para ejemplificar el desarrollo de cada disciplina, a continuación se muestra una línea del tiempo de la comunicación de la ciencia a nivel internacional y en México, también muestran los movimientos que se suscitaron en el Diseño a nivel internacional en México a la par.

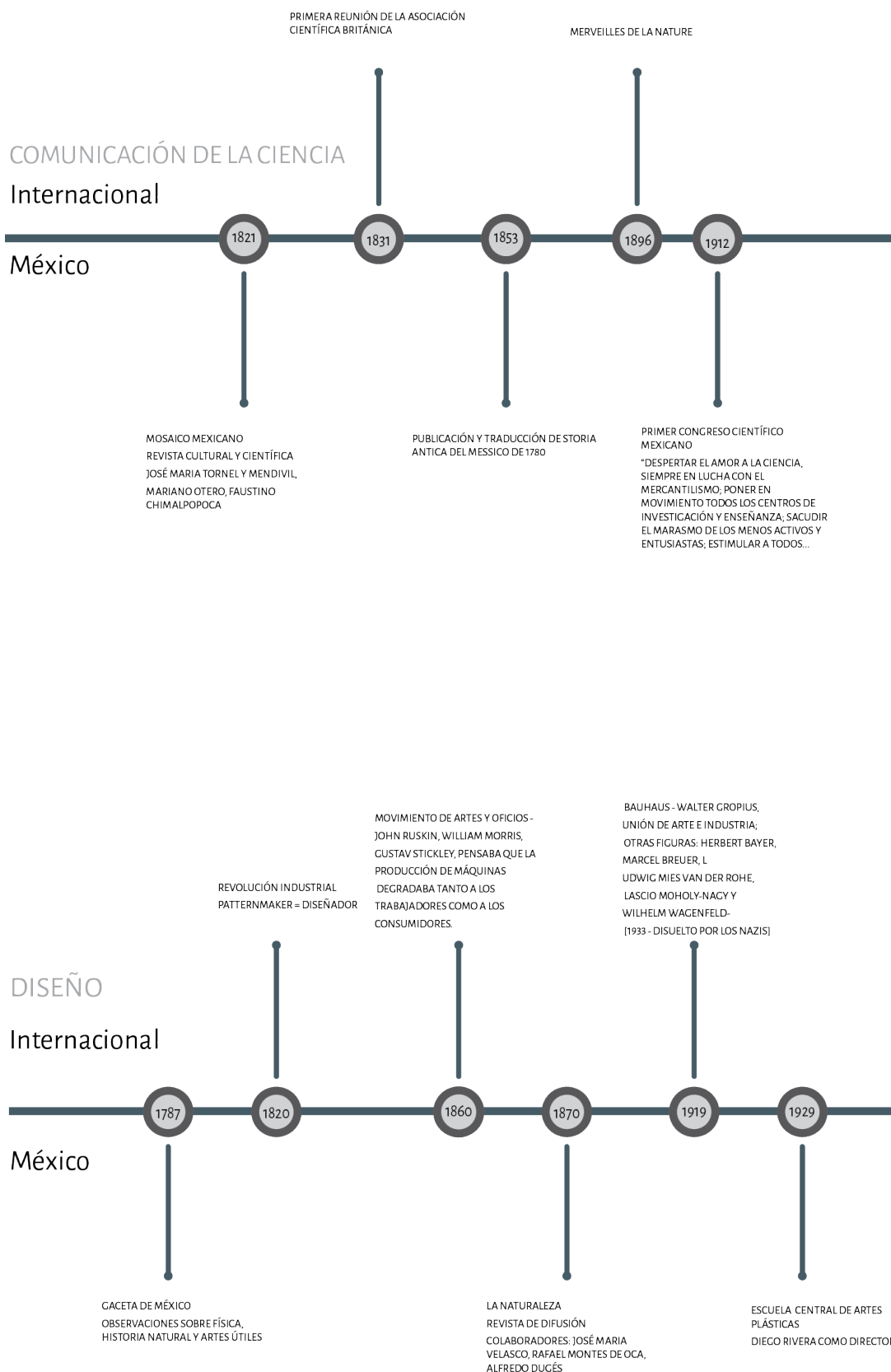
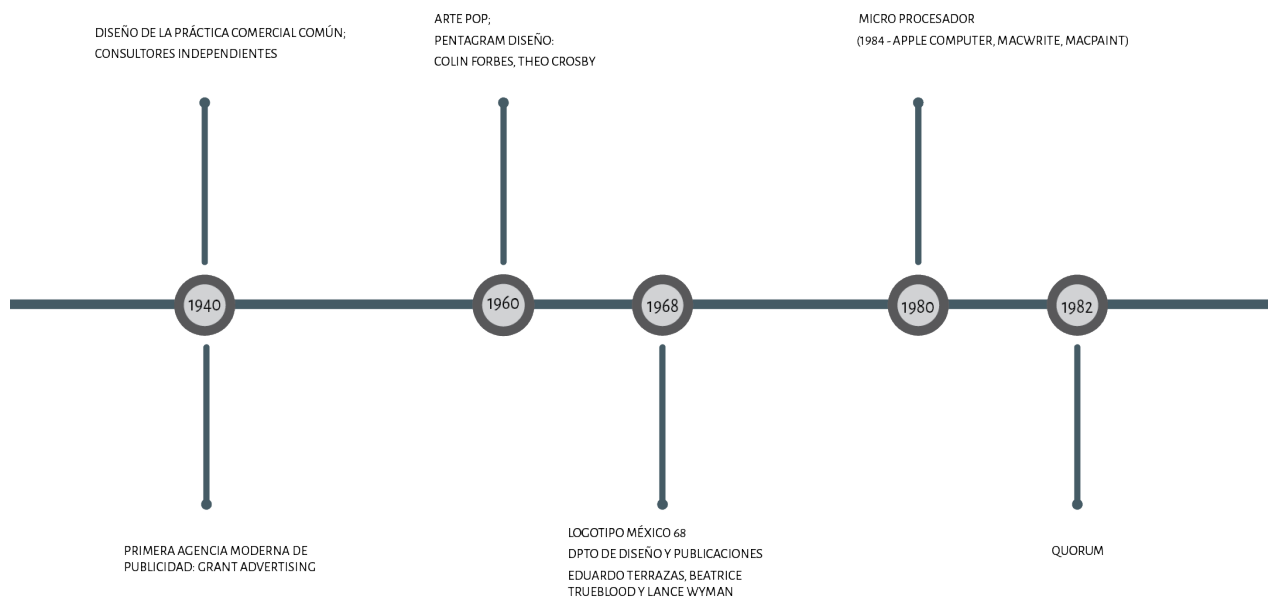
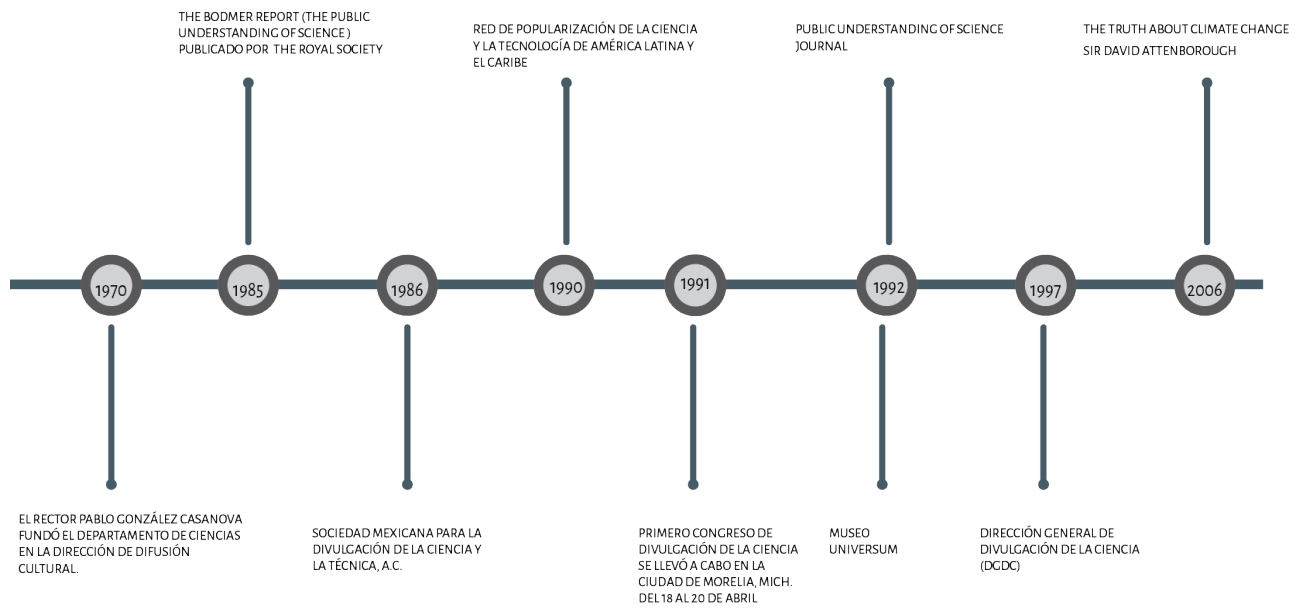


Figura 1. Desarrollo de la comunicación de la ciencia y el Diseño, a nivel internacional y en México

1. Aproximaciones a la comunicación de la ciencia en México a través de la perspectiva del Diseño





Creadores de imágenes con contenido científico

CAPÍTULO 2

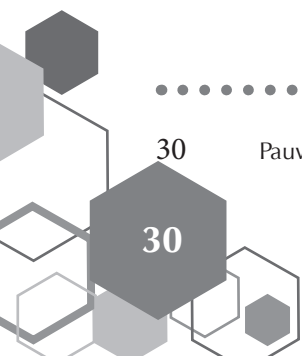
Creadores de imágenes con contenido científico



La representación de los resultados obtenidos en la ciencia ha sido una constante a lo largo de su desarrollo histórico, éstas pueden ser verbales, numéricas y visuales. Cada una de ellas está interrelacionada y sus hibridaciones dan paso a otro tipo de formas de representación dentro de los ámbitos de difusión o divulgación. En el caso de las representaciones visuales, que es el terreno que compete a esta investigación; los procesos en los que se crean están ligadas a diferentes causas y procesos de pensamiento.

De la misma manera otros autores defienden la postura dónde estas representaciones invariablemente se deberán apegar a la realidad y por esto pueden ser creadas puramente por científicos, sin embargo, sean creadas por científicos o por otros profesionales, al pasar por un proceso de apropiación y tratamiento visual es casi imposible que el resultado de las imágenes creadas no tenga un sesgo³⁰ o se vean influenciadas por su creador. Aparentemente el resultado de la obra dependerá de la formación que tenga el creador, sin embargo, tratándose de una obra en la cual el contenido es conocimiento científico, el contenido debe ser fiel a las investigaciones de las que se desprende aún cuando el proceso de creación sea ejecutado por diferentes personas.

Varios autores incluyen en el terreno de las representaciones visuales a las gráficas, las fórmulas, imágenes, fotografías y descripciones, sin embargo; en los últimos años el auge de las plataformas digitales y la necesidad de los científicos de llegar a otros públicos ha aumentado, por lo cual los medios visuales que necesitan utilizar son más amplios en su complejidad y en su tipo, de la misma manera necesitan otro tipo de conocimientos para lograr este objetivo. Algunos se dan a la tarea de realizar esta labor, en otros casos están abiertos a la experimentación y colaboración con otras disciplinas, entre ellas el Diseño y Comunicación Visual.



Las estrategias de Diseño aplicadas a la comunicación de la ciencia no son lineales debido a las diferentes actividades que se describieron en el capítulo 1, sin embargo los investigadores científicos y divulgadores pueden entenderlas al estar familiarizados con ellas y al “modo de pensar” de los diseñadores. A fin de cuentas lo que se persigue es resolver un problema de comunicación visual y transmitir el conocimiento científico.

El uso de técnicas gráficas ligadas al Diseño están siendo promovidas y exploradas por algunos investigadores científicos como Nichole Jonas³¹ al explorar las posibilidades de mejorar la presentación de sus carteles científicos con algunos cambios de tipografía, color y uso de los espacios en blanco; Martha Denis Marrero y Alfredo Santana Machado³², analizan el uso pedagógico de imágenes digitales en las Ciencias Médicas; Rajeev Doshi³³ pasó de estudiar terapias genéticas para el cáncer de ovarios a ser director creativo en la agencia *ReGRAPHICA* que se dedica a hacer visualizaciones en 3D y animación de temas científicos y médicos; Matt Carter³⁴ profesor en fisiología y neurociencia creó una guía de diseño para ayudar a científicos a crear tablas, figuras, posters, diapositivas y recursos web que sean atractivos para la presentación de sus investigaciones y Fabiola Rodríguez en conjunto con Lloyd Spencer Davis hablan de cómo la incorporación de teorías del diseño gráfico pueden mejorar la comunicación visual en la comunicación de la ciencia³⁵.

Es por esta razón que en este capítulo se analizan las características de los creadores de representaciones visuales de la ciencia, primero desde el Diseño para analizar en qué área se encuentra este proceso de creación, después en la creatividad de la que son parte los científicos para llevar a cabo este trabajo y por último, la diferencia cultural entre cada grupo.



31 Jonas, Nichole. *Using Graphic Design to Enhance Visual Communication in Scientific Posters*. Originally presented as a poster at the Fourth Annual NICHD Fellows Meeting on April 27 and 28, 2008, in Airlie, VA

32 Denis Marrero, Martha; Santana Machado, Alfredo. “Estrategia pedagógica para perfeccionar el uso de las imágenes digitales en las Ciencias Médicas”. *Educ Med Super*, Ciudad de la Habana, v. 30, n. 2, jun. 2016 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412016000200007

33 Doshi, Rajeev. “Having Designs on a Graphic Career Change”. *Science Magazine*. 23 Noviembre 2001. <https://www.sciencemag.org/careers/2001/11/having-designs-graphic-career-change>

34 Matt Carter, What Scientists Can Learn from Designers. Mayo, 2015 <https://crastina.se/the-crastina-column-may-what-scientists-can-learn-from-designers/> Consultado febrero, 2018.

35 Fabiola Cristina Rodríguez Estrada and Lloyd Spencer Davis, 2015.



2.1 El ejercicio del diseño y la comunicación visual en la comunicación de la ciencia

El nacimiento de la Bauhaus cien años atrás, fundada en 1919 en Weimar, Alemania, constituye el epicentro del Diseño como disciplina que estuvo ligada a los conceptos de publicidad y las necesidades de la industria en sus inicios; como lo menciona Donald Norman: “El enfoque principal del diseñador fue mejorar el valor intrínseco y la rentabilidad para la industria en el contexto de los desarrollos en la fabricación y el ensamblaje en masa.”³⁶ Aún así, también se crearon diferentes asociaciones que incluían innovación y espontaneidad en su quehacer después de la Primera Guerra Mundial y que respondían a la necesidad de incluir al Diseño como un agente de cambio sociopolítico, en ese momento histórico poco se desarrolló como un agente del cambio ambiental pues la preocupación mundial estaba enfocada en asuntos políticos y sociales.

Sin embargo, con el pasar de los años, el Diseño desarrolló nuevas áreas en las que interviene para dar solución a problemas actuales de comunicación, educación, urbanización, problemas ambientales y sociales entre otros, es por esto que es necesario enunciar cómo está conformada. Así, Frascara³⁷ divide el campo de Diseño de comunicación en 4 grandes áreas que abarcan la totalidad de la producción actual:

El Diseño para la Información incluye todo aquello que tenga un espacio en los medios impresos, tridimensionales y electrónicos que requieren organización, planeación de la información para su presentación visual de una manera fácilmente comprensible.³⁸

El Diseño para Administración se basa en la necesidad de comunicación interna de los sistemas administrativos, especialmente en las organizaciones y éste incluye formularios, organigramas, facturas, etc. El Diseño para persuasión influye en la conducta del individuo y consta de tres

36 Norman, Donald A. and Stappers, Pieter Jan (2016) DesignX: Complex Sociotechnical Systems. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation* Volume 1, Issue 2, Winter 2015, Pages 83-106. Texto original: “The primary focus of the designer was improving the intrinsic value and profitability for industry in the context of developments in mass manufacturing and assembly.” Traducción propia.

37 Frascara, Jorge. *El diseño de comunicación*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito, 2006. Pág 121.

38 Meirelles, 2014.

líneas de acción fundamentales: la publicidad, la propaganda y las comunicaciones de interés social.

El Diseño para educación fomenta el desarrollo del individuo a través de la adquisición de habilidades y conocimientos que ya existen a través de materiales educativos, los cuales son utilizados con la ayuda de docentes. Es por esto que este tipo de Diseño se basa en un análisis del entorno social y de cómo el conocimiento llega a los estudiantes de una manera más adecuada. En este tipo de Diseño, encontramos al material educativo, que está diseñado para que un docente le permita al usuario interpretarlo y provocarlo para generar así procesos cognoscitivos diferentes y la apropiación del mensaje a nivel más profundo en su psique.

El Diseño de persuasión está enfocado en influir en las conductas del público, en este sentido la Comunicación de la Ciencia se puede centrar en el Diseño para educación y el de persuasión, pues parte de la materia prima que es el conocimiento científico para que el contenido de sus comunicaciones generen un cambio de actitudes respecto a ciertos temas científicos por ejemplo crear consciencia acerca de los problemas ambientales, el cambio climático, extinción de especies, etc.

De la misma manera, Resnick describe: “Una definición más contemporánea de diseño gráfico (la cual) debe incluir el “arte” de la comunicación —informar, educar, influenciar, persuadir y proveer una experiencia visual— una que combine arte y tecnología para comunicar mensajes vitales para nuestra vida diaria. Es simplemente una fuerza cultural”.³⁹

El Diseño cubre todos los procesos sociales, por lo tanto el desarrollo de cualquier material produce un efecto sobre la gente y su realidad; como lo indica Tapia: “su capacidad performativa y persuasiva (del Diseño) parece estar implícita en las funciones operativas o en asuntos de legibilidad del entorno, dispositivos que han sido entendidos por el propio diseño como modos de dinamizar y organizar objetivamente la vida práctica”⁴⁰ Así una de las premisas que se propone en las estrategias de comunicación de la ciencia es acercar la disciplina a la vida diaria de las personas, el conocimiento entendido en el quehacer diario es mucho más fácil de

39 Resnick, Elizabeth. *Design for communication: conceptual Graphic Design Basics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2003 Cita original: “A contemporary definition of graphic design might include the “art” of communication—to inform, educate, influence, persuade, and provide a visual experience — one that combines art and technology to communicate messages vital to our daily lives. It is simply a cultural force.”

40 Tapia, Alejandro. *El diseño gráfico en el espacio social México*: Editorial Designio 2009. pág 23

asimilar y en este aspecto el Diseño cumple la función de cambiar paradigmas de pensamiento a través del manejo de campañas de comunicación visual que se acerquen al público objetivo.

El proceso de comunicación del conocimiento es interdisciplinario, intervienen no sólo la Ciencia, la Comunicación y el Diseño, también la Sociología, Antropología, Mercadotecnia y Psicología para poder tener éxito en la transmisión de este conocimiento científico, por lo que se requiere de planificación, estrategia y visualización, no debe centrarse enteramente en la producción de Diseño⁴¹ y deben sentar sus bases en la investigación a profundidad del receptor.

Es imprescindible conocer el público objetivo, la transmisión del conocimiento se da en diferentes niveles: la difusión y la divulgación. La difusión se da entre pares, es decir, entre aquellos investigadores que tratan los mismos temas y que pueden aportar al área de conocimiento en la que se desenvuelven, ejemplos de medios de difusión son los congresos y las revistas indexadas.

El público objetivo de la divulgación de acuerdo con el estudio antes mencionado de RedPOP son en mayoría los niños y adolescentes, pero también se tiene que atender el público adulto que es quien da pauta para la educación de la sociedad. Cabe mencionar, en este punto que, si bien el conocimiento es generado por investigadores expertos en su tema, no se debe caer en el planteamiento que este conocimiento científico se “enseña” a la gente y que solo los expertos poseen injerencia en sus temas y no hay retroalimentación, es decir que sólo se asimila el conocimiento que se transmite a través de la figura del científico, esto como se mencionó en el capítulo anterior está descrito en el modelo de déficit⁴² el cual está siendo reemplazado por nuevas perspectivas de participación del público como indica Sam Illinworth:

Uno de los mayores problemas es que a menudo partimos de un modelo de déficit de comunicación científica, en el que nosotros, como expertos, tenemos una cierta cantidad de conocimiento que brindamos a los no-científicos para que entiendan un problema o un concepto científico. Este enfoque no tiene en cuenta que las personas con las que nos estamos comunicando tienen una gran cantidad de experiencia y conocimiento informado en varias áreas. Al utilizar las artes en general, tenemos una herramienta

41 Frascara, Jorge. *El diseño de comunicación*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito, 2006.

42 Osorio, Jaime. “Breve análisis de algunos modelos de comunicación de la ciencia, la tecnología y la innovación”. Universidad de Pereira. *Scientia et Technica*. Año XV, No. 43. Diciembre. 2009.

efectiva para fomentar las conversaciones entre científicos y no científicos. Esto resuelve el problema de las jerarquías de intelecto que se establecen en estas conversaciones.”⁴³

Es viable tomar la postura de los modelos contextuales de divulgación en los cuales el público aprende, se toma en cuenta su contexto y se da una retroalimentación, la Ciencia no es una fuente de verdades universales y sobre todo se tiene una comprensión social del individuo al que va dirigido el conocimiento. Como Vilchis menciona desde la visión del diseño como disciplina; “el conocimiento científico implica dos dimensiones, una subjetiva, que lo entiende como un saber humano sistemático que permite estudiar la realidad...; y objetiva, entendida como un conjunto de proposiciones objetivas-lógicamente entrelazadas que corresponden al carácter sistemático de la Ciencia”⁴⁴. En este sentido los mensajes que se generan desde la perspectiva científica están un tanto desligadas de una conexión profunda a nivel personal del individuo al que se pretende llegar, sin embargo no se puede separar la dimensión social del conocimiento científico, aún cuando la Ciencia está basada en el rigor científico que significan las teorías y experimentaciones, también está hecha por personas para personas.

El conocimiento se vive, no sólo se contempla. El Diseño provee las herramientas para que esto suceda, como ya se mencionó, a través de la interdisciplina, por ser el punto donde se entrelazan un conjunto de disciplinas con un objetivo en común. Por ejemplo, según Jen Briselli, Física de formación y que ha incursionado en Educación, Retórica y Diseño, se basa en la Teoría de la Cognición Cultural⁴⁵ para entender a las audiencias, esta teoría habla acerca de cómo la gente se integra a través de sus creencias a las redes sociales en las que habitan, las normas sociales que comparten con sus allegados y lo que les permite llegar a un nivel de confianza con ellos tal que les permita reconocer la coherencia que sus pensamientos tienen con los pensamientos de sus allegados y los motivos que les llevan a tener estas creencias. Briselli asegura que se puede usar cualquier recurso disponible para entender al espectador, esto para ayudar a los investigadores científicos, divulgadores y/o diseñadores inmersos en este trabajo para entender al público y cómo presentar la información científica.



43 Winkels, Rebecca. “Communicating science using the Arts”. Interview to Dr. Sam Illingworth. *Wissenschaft Communication*. 2017. Consultado noviembre 2017

44 Vilchis Esquivel, Luz del Carmen. *Metodología del Diseño. Fundamentos teóricos*. México: Claves Latinoamericanas, 1998. Pág 11

45 Briselli, Jen. *Designing Science Communication*. Part II: A Strategy. Medium, 2 Septiembre 2014 <https://medium.com/@jbriselli/designing-science-communication-5c186b704711>. Consultado septiembre 2017

En el proceso de comunicación de ciencia, el Diseñador gráfico, ya sea para divulgación o difusión, necesita ciertas características y habilidades, además de la creatividad, saber dibujar (en algunos casos como la ilustración científica es un talento necesario) y el manejo técnico de software especializado, es necesaria la curiosidad por los temas que va a tratar, ser ordenado, jerarquizar y saber dar tratamiento a los datos que se presenten, ser detallista y observador pero sobre todo requiere una expansión de su educación tradicional para tener una visión holística de los problemas de comunicación que se tengan que resolver.

En este sentido la expansión de la educación del diseñador, en el ámbito de la difusión y divulgación científica tendrá que ir encaminada a nutrirse de los conocimientos científicos para lograr su desarrollo en esta área, ya sea con cursos, diplomados o incluso con asesoría de los investigadores que estén involucrados en el trabajo que se realice. La naturaleza misma del proceso creativo de Diseño al intentar dar solución a problemas comunicativos indica como primer paso a la investigación o documentación del problema o fenómeno. Esto con el objetivo de evitar los errores de omisión o comisión, en el primer caso por pasar por alto, con o sin intención, algún dato relevante que tenga que estar presente en el trabajo o, en el segundo caso, por agregar algo que no esté acorde con los estándares del trabajo, en cualquiera de los dos casos son errores pero, en especial, el segundo caso puede evitar este tipo de anomalías al consultar con los investigadores con que se colabore.

Es por esto que es indispensable que el diseñador base sus decisiones en información verificable, constatada en artículos o escritos que los investigadores proporcionen y siempre teniendo una retroalimentación con ellos en el proceso de diseño. Es necesario tener una comunicación activa entre los participantes del proceso.

El diseñador consciente que su trabajo tiene implicaciones mayores a lo profesional, lo científico y lo técnico, tendrá presente que su trabajo también se torna político, entendiéndolo como la serie de procesos de pensamiento y acción enfocados a la convivencia de un grupo de personas viviendo en un determinado espacio, sea ciudad o localidad; por lo tanto, el diseñador y comunicador visual está influyendo en el resultado de las elecciones que tome la comunidad a la que pertenezca.

mensaje que se construye a través de los elementos de diseño y el contenido. Esta relación puede transformar la realidad de la gente, siendo necesario tener claridad de la meta que se persigue y a quién va dirigido el mensaje.

Uno de los mayores retos para el diseñador es el reconocimiento de su trabajo en diferentes esferas, en especial la científica, puesto que se entiende que el Diseñador solo está facultado para crear comunicaciones visuales dirigidas a la publicidad, o como un mero técnico al usar software especializado, como hemos visto, esto dista mucho de la realidad del diseñador, es imperativo reconocer la importancia de sus procesos de trabajo y potencial comunicativo para moldear la percepción que tiene la gente acerca de la Ciencia.

En definitiva, los diseñadores son responsables por cualquier mensaje que emitan a través de la imagen, en especial dentro de las instituciones. Es necesario que el diseñador se reconozca a sí mismo como un elemento activo de la política del país pues debe verse como un actor que modela con sus imágenes el futuro del país.

2.2 La creatividad de la mente científica

La creación de referentes visuales dentro de la de comunicación de la ciencia es heterogénea puesto que se conforma de diferentes medios como imágenes, esquemas, gráficas, fotografía desde microscopio de barrido, ilustración, fotografía, *render*. Estas creaciones vieron la luz a partir de la necesidad de apoyar los textos que incluían toda la información de las investigaciones científicas, el acto creativo del investigador científico trascendía más allá de la investigación propia, se gestó también al intentar representar y acompañar a los manuscritos.

El término creatividad puede estar relacionado en el imaginario colectivo a un acto artístico, a un efecto desmedido de la imaginación, a un misterio ligado a las musas griegas, sin embargo, autores como Margaret Boden describen a la creatividad como “un aspecto de la inteligencia humana que se usa en el día a día y que está basado en el pensamiento conceptual, la percepción, la memoria y la autocrítica reflexiva”⁴⁷. Describe a la creatividad como:

La creatividad es la capacidad de idear ideas o artefactos nuevos, sorprendentes y valiosos. “Ideas”, aquí, incluye conceptos, poemas, composiciones musicales, teorías científicas, recetas de cocina,

coreografías, bromas ... y así sucesivamente. Los “artefactos” incluyen pinturas, esculturas, máquinas de vapor, aspiradoras, cerámica, origami, silbatos ... y puedes nombrar muchos más.⁴⁸

La creatividad en este sentido aleja la idea que se posee del monopolio circunscrito al concepto artístico y se acerca más al pensamiento abstracto. La idea de la chispa de la creatividad en esta descripción está más ligada a las teorías científicas y el pensamiento científico que al trabajo artístico o diseñístico, pues se circunscribe a la creación de artefactos, máquinas y demás construcciones tecnológicas.

Boden también propone tres maneras en las que la creatividad se desarrolla y están fundadas en la sorpresa como acto creador; la primera se refiere a la combinación de ideas familiares que no poseen ninguna conexión, ésta se puede dar de manera consciente o inconsciente. En este caso se requiere de un gran bagaje de conocimientos por parte de la persona creadora para poder hacer este tipo de combinaciones y tener capacidad de crear intersecciones entre los diferentes caminos que éstas puedan tomar. Estas conexiones toman mayor relevancia si contienen valor para el espectador, si para éste las conexiones son lógicas:

Si la nueva combinación debe ser valorada por nosotros, tiene que tener algún propósito. Puede o (mayormente) puede no haber sido causado por algún proceso aleatorio,... Pero las ideas tienen que tener un camino conceptual inteligible entre ellos para la que la combinación “tenga sentido”⁴⁹.

La segunda y tercera manera en las que la creatividad se desarrolla, se da en torno a la exploración y la transformación. En el primer caso se refiere a la exploración de espacios conceptuales, estos espacios están conformados y estructurados en el pensamiento y están íntimamente ligados a la cultura o al grupo al que el individuo pertenece, incluso en algunos casos estos espacios están “invadidos” por otras culturas. Están situados generalmente dentro de grupos en los cuales el pensamiento está delimitado a una manera disciplinada para pensar. Escribir poesía, crear una escultura, pintar , escribir música o las teorías en matemáticas o

48 Ibid.,16. Cita original en inglés: “Creativity is the ability to come up with ideas or artefacts that are new, surprising, and valuable. ‘Ideas,’ here, includes concepts, poems, musical compositions, scientific theories, cooking recipes, choreography, jokes ... and so on, and on. ‘Artefacts’ include paintings, sculpture, steam-engines, vacuum cleaners, pottery, origami, penny-whistles ... and you can name many more.” Traducción propia.

49 Ibid. Pág 3. Cita original: *If the novel combination is to be valued by us, it has to have some point. It may or (more usually) may not have been caused by some random process -- like shaking marbles in a bag. But the ideas/marbles have to have some intelligible conceptual pathway between them for the combination to “make sense.”* Traducción propia.

biología son ejemplos de este tipo de exploración, en donde cualquier movimiento artístico o científico es posible siempre y cuando se circunscriba al grupo artístico o científico, es decir a su espacio de pensamiento grupal. Esto no quiere decir que la creatividad esté limitada pues su mismo valor se centra en la sorpresa de encontrar un nuevo camino para crear nuevas posibilidades en el campo en el que se gestó la exploración, y en este sentido se comienzan a evaluar los límites y el potencial que tiene el estilo de pensamiento de estos diferentes grupos disciplinares.

Esta tercer tipo o manera de desarrollo de la creatividad se refiere a la idea de transformar el espacio (espacio en sentido mental), esto es a través de un cambio que puede parecer pequeño, con el cual el espacio perceptual ya no es el mismo, así que se reconstruye el espacio conceptual que se tenía antes de ese movimiento. Es decir, se posee un estilo de pensamiento y se cree imposible cambiar las “rutas de pensamiento”, sin embargo, esto es imposible pues en el cambio en las rutas mentales puede aparecer de manera repentina o sin causa aparente.

Para tenerlo más claro, se puede ejemplificar como espacio a una carretera que está bien trazada, en apariencia, este espacio puede ser fijo por la continuidad de sus líneas y trazado, sin embargo un evento fortuito como una avalancha o una inundación pueden cambiar la carretera definitivamente y cambiar el trazo de ésta. Un conductor que haya pasado por esta carretera en un momento anterior al suceso transformador podría pensar que era imposible que esta carretera cambiara, sin embargo, con este acontecimiento lo que él percibe ya no existe y su percepción acerca del camino, por ende, cambia. Los actos creativos más significativos vienen de este proceso pues el espacio conceptual en la mente del creador no reconocía un pensamiento disruptor, un pensamiento nuevo, esto sólo sucede si el creador hace un cambio en el espacio conceptual preexistente.

Se puede inferir que los tipos de creatividad a la que los científicos están acostumbrados es al segundo grupo, el de exploración, pues las teorías que generan están continuamente en revisión y los límites dentro de éstas se rompen cada vez que alguien refuta sus fundamentos o se construye nuevo conocimiento a partir de las preguntas que se generen de nuevas investigaciones. El potencial para cambiar estas teorías y fundamentos siempre ha estado ahí, el cuestionarse es lo que permite que la creatividad se desarrolle en esta esfera. Esto dentro de su grupo o campo de acción, sin embargo, en cuanto al ámbito de la comunicación de la ciencia, el proceso cambia a la primera manera: la combinación de ideas familiares para crear

nuevas conexiones e interrelaciones descrita pues los objetivos de ésta son diferentes, lo que se quiere lograr es compartir el conocimiento existente de nuevas maneras.

Como se describió en el capítulo anterior, el objetivo principal de la comunicación de la ciencia como disciplina es transmitir el conocimiento, así, cumple con la lógica conceptual, el tratamiento y validación del conocimiento entre pares, de la misma manera por su aportación en diferentes ámbitos tiene valor para la sociedad, aún cuando es posible situar el trabajo de los científicos en la primera clasificación de creatividad de la que habla Bouden, el gran reto al que se enfrentan estos es generar y explorar ideas, el camino para compartir esas ideas a veces cae en otro campo disciplinario con reglas diferentes por lo que el proceso creativo vuelve a mutar.

Como lo menciona Pauwels:

Dada su complejidad e hibridez y la falta de capacitación formal en las culturas visuales de la ciencia, no es sorprendente que muchas investigaciones practiquen con habilidad y destreza ... en particular el trabajo de representación visual, ni enfrentar el desafío de combinar sistemas de representación altamente divergentes (palabras, Gráficos, imágenes, ecuaciones) en un todo significativo y edificante⁵⁰

El acto creativo de los investigadores científicos y/o divulgadores de ciencia al crear imágenes cambia cuando es necesario interactuar con otros grupos disciplinarios, una vía hacia la transformación de cómo se conforma su realidad gráfica es a través de la exploración pues, el paso lógico, es romper con el camino establecido que han seguido durante décadas de trabajo. Es indispensable pasar del terreno científico al terreno de la comunicación visual donde las reglas, los conceptos y procesos son diferentes; de la misma manera para los diseñadores, sus procesos cognoscitivos se ven modificados al entrar en un terreno disciplinario distinto, y este proceso es complejo que será heredado a las nueva generaciones que tendrán que trabajar de manera interdisciplinaria, y en el mejor de los casos, transdisciplinaria.



50 Pauwels, 2006. Cita original: “ ...in particular visual representation work, nor to face the challenge of combining highly divergent representational systems (words, graphs, images, equations) in a meaningful and edifying whole”



2.3 Culturas visuales, entre la ciencia y el diseño

El concepto cultura ha sido ampliamente debatido en la Sociología, la Psicología, la Filosofía y otras disciplinas debido a su complejidad de sus interacciones. Este concepto incorpora valores y normas, así como ideologías, estados subjetivos, rituales y discurso. En las Ciencias Sociales, se refiere al intercambio de significados entre los miembros de una sociedad o de un grupo, por lo tanto la cultura depende de la interpretación que sus miembros o participantes le dan a la realidad que los circunda, esto en su discurso diario, su retórica, artes, comportamiento.

Estas interpretaciones se vuelven complejas al integrarse en representaciones visuales que moldean el comportamiento de la sociedad. En este sentido, varios autores indican que lo “visual” es una de las partes más importantes de la construcción cultural debido a que moldean la manera en la que vemos el mundo. La visión, como concepto fisiológico, se centra completamente en el mecanismo en que el haz de luz incide en el ojo, el cual recibe impresiones luminosas y las transforma en señales eléctricas que son decodificadas por el cerebro.

Sin embargo, la visión explicada como una construcción de pensamiento nos lleva a tratar de responder las preguntas: ¿cómo vemos?; ¿qué vemos?, ¿cómo somos capaces de ver? y ¿qué pensamos acerca de lo que vemos? En este sentido el concepto de visión se amplifica y nos conduce al término visualidad que se refiere a “lo que vemos y cómo lo que vemos es construído culturalmente”⁵¹.

Al hablar de cultura y de la interpretación de la realidad circundante, a través de la visión, es imprescindible tomar en cuenta las representaciones que la sociedad construye y sus significados, estos pueden ser explícitos o implícitos, conscientes o inconscientes e influyen en el comportamiento de la misma sociedad. Esto se podría definir cual círculo que se intersecta con otros círculos y que va moldéandose a través de las tecnologías visuales, en la actualidad; la fotografía, el cine, el video, los gráficos digitales, la television, las redes sociales, los periódicos.

51 Rose, Gillian. *Visual Methodologies. An introduction to Researching with Visual Materials*. London. UK: SAGE Publications Ltd. 2016, Pág 3.

La visualidad después del Renacimiento “se centró en el ojo como herramienta de central del conocimiento y de la transformación del mundo”⁵² Es así que la visualidad se tornó racionalizante. La observación fue tomada como principio para conocer el mundo y explicarlo de manera lógica y objetiva. La visión fue tomada como parte primordial de la investigación científica, la imagen se convirtió en fuente inagotable de conocimiento pero a la vez se separó de los demás sentidos, en palabras de Fernando Zamora:

La razón pasó a ser una razón visualizante; la verdad pasó a ser algo verificable mediante conceptos relacionados con la vista(...)Lo visual empezó a operar a distancia, esa distancia tan necesaria para poder formarse conicimientos y juicios “objetivos”, “neutrales”, “desapasionados””. La visión se convirtió en observación: el observador se mantiene alejado de lo que observa...y así la visión pasó a ser considerada como una herramienta primordial de la investigación científica. (...)La observación científica se identificó con la vista y se separó del gustar, del oír y del tocar: en esa medida fue considerada como objetiva.⁵³

A la imagen se le dotó de características mensurables y cuantificables, basta recordar las imágenes de plantas y animales de los diversos tratados taxonómicos en botánica o zoología. La representación en la ciencia es un tema esencial en la manera de “ver” de la actividad científica. Las representaciones no sólo son visuales, también son verbales y numéricas. Son definidas por los estadios por los que transitan como es el caso de la educación de la ciencia; para los estudiantes, o en el caso de la popularización y/o divulgación de la ciencia; para el público general o audiencias específicas.

En el caso de las representaciones visuales en la ciencia, las imágenes se convierten en un dato más al ser parte de la ordenación del conocimiento, de su clasificación y descripción en términos científicos. Sin embargo, en algunos casos la imagen en la ciencia puede carecer de sentido sin el contexto adecuado. Para los diseñadores y comunicadores visuales pareciera que este proceso está alejado de la ordenación del conocimiento, sin embargo, Jorge Frascara indica lo contrario:

Toda percepción implica la búsqueda de significado, toda búsqueda de significado necesita un proceso ordenador, y todo proceso ordenador requiere una hipótesis de diseño. Esta hipótesis de



52 Zamora Águila, Fernando. *Filosofía de la Imagen. Lenguaje, imagen y representación*. México: FAD, UNAM. Cuarta reimpresión, 2015. Pág. 135.

53 *Ibíd*, 135.

diseño opera como intent de imponer una estructura de relaciones y jerarquías sobre un grupo de estímulos para crear significado.⁵⁴

De esta manera, Frascara define la percepción en el área del diseño aún cuando la organización del conocimiento y la información obtenida a través de la observación se encuentra en el área de la ciencia, el diseñador ha de facilitar los procesos de ordenamiento del sistema perceptual/ cognitivo como él lo define. Así el diseñador, usa la observación para iniciar el proceso de creación, necesita ordenar su percepción de la realidad, crear nuevas conexiones y así modelar la nueva realidad a través de las imágenes que crea.

En este sentido el diseñador posee un doble trabajo, descifrar la realidad a través de las interpretaciones que se encuentran “afuera”, integrarlas y darles salida en una imagen o modelo nuevo de la realidad, es así como se moldea alrededor de su quehacer, es una doble responsabilidad pues los mensajes a través de la creación de la imagen tienen una direccionalidad, es decir, crean nuevos significados.

Además el diseñador puede apelar a la carga emotiva de la imagen, en algunas campañas comunicacionales se pueden tocar los miedos, las emociones y la vulnerabilidad del público, sobre todo en los casos en los que se trate de cuestiones de salud, seguridad, desastres naturales e incluso el cuidado del medio ambiente.

La responsabilidad del diseñador va más allá de crear una imagen que acompañe a un texto, las imágenes que crea son producto del contexto en el que se desarrolla, la profunda investigación para el mensaje que quiere comunicar y la reacción que pretende crear en el público.

El concepto de cultura, definido anteriormente, como la incorporación de valores, normas, ideología, estados subjetivos, rituales y discursos⁵⁵ nos permite tener una definición más clara del concepto de cultura visual, en donde forma parte de todos los componentes antes mencionados y se integran en las realidades tal como la pintura, la escultura, cine, arquitectura, fotografía, diseño, publicidad, danza, teatro. La cultura visual está constituida por imágenes sean tangibles o sea la materialidad de algunas de las tecnologías utilizadas para la representación como son la fotografía o la escultura.

54 Frascara, Jorge. *Diseño gráfico para la gente. Comunicaciones de masa y cambio social*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito, 2000. Pág. 75.

55 Anderson, 1997.



Hay un gran debate en torno a lo digital dentro de la cultura visual y la materialidad de la cual hablaremos brevemente. En el caso de una fotografía análoga se hace tangible la imagen, se puede tocar, manipular y sentir; en la fotografía digital, la materialidad se “evapora” y se convierte en algo intangible. Esto también modela la cultura visual del momento puesto que la manera en la que se representa la realidad está siendo modificada debido al avance tecnológico, basta ver los números en redes sociales respecto al manejo de imágenes, el almacenamiento en la nube, las fotografías digitales, el videostreaming, entre otros.

También esto permea la cultura visual respecto a la interacción con el cuerpo humano y su materialidad⁵⁶. Aunado a esto, la globalización en el entorno visual también tiene un gran impacto pues las tendencias visuales se repiten una y otra vez al no tener fronteras definidas dentro del ciberespacio, aún así algunos grupos conservan las técnicas análogas de fotografía, cine, animación.

Hay diferentes maneras de ver el mundo, y la tarea crítica es diferenciar entre los efectos sociales de esas diferentes visiones. Todos estos argumentos dejan en claro la necesidad de comprender lo que producen las relaciones sociales, y por los que son reproducidos...⁵⁷

Gillian Rose define a la cultura visual como “*a whole way of life*”, es decir, toda una forma de vida que incluye no sólo los aspectos que tratamos anteriormente sino también las diferencias, relaciones y el poder social, esto con el propósito de analizar quiénes son los espectadores, qué es lo que ven, cómo lo ven, en dónde lo ven y cuáles son los efectos de lo que ven. En este sentido podemos analizar al público al que van dirigidas las imágenes y de qué manera reaccionará, así como el efecto que tengan en la colectividad.

De la misma manera la locación o el lugar en el que sea puesta en marcha la exposición de estas imágenes marcará cómo son percibidas puesto que cada lugar posee una economía propia, sus ideales, estándares e incluso maneras de convivir. La misma imagen puede ser vista por diferentes audiencias y ser apropiada o leída de diferente manera. El acceso a la información al ser un símbolo de poder dentro de la comunicación en la era digital, también otorga datos de cómo son compartidas la imágenes en redes sociales y sus efectos.

56 Gillian, 2016.

57 Ibíd. 14-15. Cita original: “*There are different ways of seeing the world, and the critical task is to differentiate between the social effects of those different visions. All these arguments make clear the necessity of understanding what social relations produce, and are reproduced by...*”. Traducción propia.

Ahora bien, estos conceptos y definiciones ligados hacia el terreno de la comunicación de la ciencia y a la manera en la que los científicos producen imágenes, infiere que la cultura visual de los investigadores científicos y divulgadores de ciencia inciden para crear una cultura científica. La cultura científica se refiere a “como el conocimiento de ciencia básico que consideramos que cualquiera debe saber”⁵⁸ en palabras de Martín Bonfil. Las imágenes en su mayoría son utilizadas para responder a las necesidades de investigación utilizando esquemas, diagramas, ilustraciones, dibujos para apoyar su documentación pero también para comunicar estas mismas a otros públicos (en el caso de la divulgación), les ayudan a exponer sus ideas de manera más efectiva, así mismo les ayuda a organizar ideas o conceptos.

Sin embargo, como apunta Fernando Zamora:

“En tanto que la percepción es infinitamente rica en contenidos, puesto que nos ofrece una cantidad inagotable de datos, la imagen es <<esencialmente pobre>>, debido a que sintetiza de golpe toda esa infinidad de datos pero sin relacionarlos efectivamente con la realidad. Además mientras que la percepción desborda lo que podemos contener en la conciencia, la imagen nos es más que un hecho de conciencia”⁵⁹

Los datos generados en la investigación científica en muchos de los casos están volcados a la representación lingüística por lo que se hace necesario el uso de imágenes que apoyen estos textos. Así mismo y en muchos de los casos, estas imágenes carecen de sentido sin el contexto que las apoye y viceversa; es por esto que es importante unificar tanto el texto como la imagen pues “las capacidades de la palabra y de la imagen, adscribiendo a la primera el poder de la abstracción y a la segunda el poder de representar lo individual, lo particular”⁶⁰ pueden crear un mejor vínculo entre la ciencia y la sociedad.

La utilización de la imagen en la comunicación y divulgación de la ciencia tiene una particularidad; su creación está íntimamente ligada al acercamiento al público y características que son propias de la cultura visual, sin ella los referentes científicos, sus conceptos y

58 Sánchez, Verenise. *Necesario incrementar la cultura científica en México: Martín Bonfil*. Agencia Informativa Conacyt. 26 Septiembre 2015 <http://conacytprensa.mx/index.php/Ciencia/humanidades/3024-necesario-incrementar-la-cultura-cientifica-en-mexico-martin-bonfil> Consultado febrero 2018.

59 Zamora, 2015. Pág 86.

60 *Ibíd.*, 87.

explicaciones probablemente no lleguen al público. Es importante recalcar que el uso de la imagen transmite conocimiento pero también crea conocimiento, por ello en años recientes se han impulsado nuevas alternativas para comunicar ciencia, entre ellas está el teatro, el cine y la poesía.

Si los científicos interesados en crear un vínculo más fuerte en la sociedad recurren al estudio de la cultura visual es más factible que tengan mayor respuesta del público al cual quieren dirigir sus comunicaciones. El estudio de la visualidad y la cultura visual construída a través de diferentes prácticas y tecnología sin duda puede inducir un cambio en la sociedad a través de compartir este conocimiento.



**Imágenes digitales que inspiran al cambio
en la comunicación de la ciencia**

CAPÍTULO 3

Imágenes digitales que inspiran al cambio en la comunicación de la ciencia



La innovación tecnológica ha transformado tanto los procesos de producción como los de creación, los medios de comunicación, sus canales y los soportes en los que se desarrolla la comunicación visual también han cambiado. Aunque los canales principales de comunicación de la ciencia siguen siendo los medios tradicionales porque ofrecen acceso a audiencias a través de la radiodifusión, televisión y medios impresos, muchas audiencias se han volcado hacia el ciberespacio (como se indicó en capítulos anteriores). En este espacio virtual los contenidos parecen ser ilimitados, variados y las imágenes que conviven con ellos son preponderantes, incluso se puede decir que los contenidos, en muchas ocasiones son más exitosos si contienen imágenes atractivas para los lectores o usuarios.

Esta migración de lo análogo a lo digital, que ya tiene varias décadas, permite a los creadores de imágenes la manipulación de las estas en su forma, tamaño, color y, en los casos 3D, su dimensión. Esta facilidad de manipulación de las imágenes digitales y su acceso permite un constante movimiento y apropiación, esta versatilidad facilita su traslado a diferentes plataformas que permiten, en el caso que nos ocupa, extender de manera más fácil los mensajes que se requieren a otros públicos e incluso a otras disciplinas.

Uno de los propósitos principales de la comunicación de la ciencia es compartir el conocimiento científico a diversos públicos, sin embargo algunos autores plantean la posibilidad de que los investigadores utilicen algunos de los escenarios que tienen las instituciones encargadas de las estrategias de comunicación de la ciencia como plataformas de relaciones públicas para atraer fondos para investigación y recursos para sus centros de investigación. Se infiere que el tratamiento de la imagen de estos investigadores se puede ver como una suerte de branding personal con fines académicos y, de la misma manera los proyectos científicos que requieren ser comunicados también adquieren una personalidad propia. En esta necesidad de reconocimiento se hacen necesarias otras estrategias que son propias de disciplinas aparentemente inconexas con el quehacer científico, es por esto que el marketing científico es de gran ayuda para tal propósito así como para posicionar imágenes en la audiencia, este uso tiene un enorme éxito en el ámbito publicitario donde los divulgadores, investigadores

científicos y diseñadores que se dedican a la comunicación de la ciencia se puedan ver beneficiados por las estrategias de marketing digital, sobre todo si esas imágenes contienen mensajes de calidad y no están enteramente destinadas a fines publicitarios. Estas mismas estrategias son de gran ayuda para el trabajo de los diseñadores gráficos en la creación de contenidos digitales en la actualidad, pues los diseñadores no sólo fungen como creadores de imágenes sino también se dedican a entender a los usuarios a los que van destinadas las comunicaciones, comprender el mercado, los problemas de comunicación a resolver, cómo crear un valor agregado a las imágenes y su contenido, estar al tanto de las tendencias digitales, identificar las áreas de oportunidad y expandir las redes de conexión.

3.1 Apropiación del conocimiento científico en la sociedad a través de la imagen digital

Se hace evidente que muchas organizaciones están apuntando sus estrategias de comunicación hacia las redes sociales que representan el medio en el que más participación tiene la población joven, de 13 a 24 años según la Asociación Mexicana de Internet AMIPCI. Este tipo de audiencia usa las redes sociales principalmente para el ocio⁵⁰ aunque también existe el interés de seguir a una marca para obtener descuentos o interactuar con ellas, así como con otros usuarios⁵¹, esto deja de lado el interés por obtener información científica.

Una de las organizaciones que está invirtiendo tiempo y esfuerzos en el ciberespacio es la ONU, que tiene como principal eje de contenido en sus redes sociales los siguientes temas: arrecifes de coral y las acciones para protegerlos, la contaminación plástica, la participación del deporte en la sostenibilidad, el medio ambiente y la migración, las ciudades y el cambio climático y los grandes felinos que están en peligro de extinción. Estas acciones entran dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) también conocidos como Objetivos Mundiales, los cuales fueron creados para adoptar medidas que intenten poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.



50 Octavio Islas, "Cifras sobre jóvenes y redes sociales en México". *Entretextos*. México: Universidad Iberoamericana León, 2015. abril- Julio 7/19 <http://entretextos.leon.uia.mx/num/19/PDF/ENT19-1.pdf>

51 Virginia Medina Ávila, "En publicidad, los jóvenes marcan tendencias" Congreso Universidad Católica de Perú. 2013.



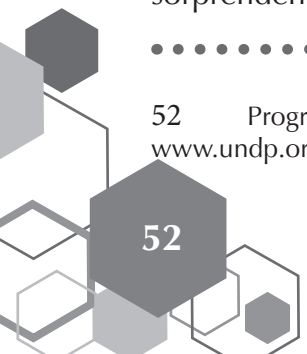
Los ODS se pusieron en marcha en enero de 2016 y seguirán orientando las políticas y la financiación del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo durante los próximos 15 años. En su calidad de organismo principal de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el PNUD está en una posición única para ayudar a implementar los Objetivos a través de nuestro trabajo en unos 170 países y territorios⁵². Estas 17 metas se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro.

Dentro de estos grandes temas hay muchos investigadores científicos que están generando conocimiento, sin embargo estos mismos usan un lenguaje específico y técnico que la mayoría de las veces es difícil de entender o interpretar por un público no especializado, en especial a los jóvenes, herederos de este planeta quienes pueden hacer grandes cambios en un futuro. Se hace necesaria la traducción de este saber pero aún más importante es generar estrategias para que este conocimiento traducido llegue a la audiencia. Así los científicos podrían utilizar los métodos que hacen tan exitoso el trabajo del marketing en la publicidad actualmente, para conocer mejor a su audiencia y generar contenidos que los impulsen en su objetivo de compartir el conocimiento.

En México, el público objetivo de este tipo de estrategias ha aumentado un 12% en el último año, se estima que el número de usuarios llega a 79.1 millones; de ese número el 66% utiliza internet desde hace al menos 8 años. Con estas cifras podemos deducir que existe un gran nicho de observadores y usuarios potenciales para las comunicaciones enfocadas en la transmisión del conocimiento científico.

Es importante recalcar que los grupos de 45 a 55 años y en adelante han aumentado su participación en internet; esto quiere decir que los migrantes digitales están creciendo en número. Sin embargo nos enfocaremos especialmente en los jóvenes: los nativos digitales; un sorprendente 16% de usuarios están en el rango de edad de 6 a 11 años.

52 Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, 2019. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html> Consultado julio 2018



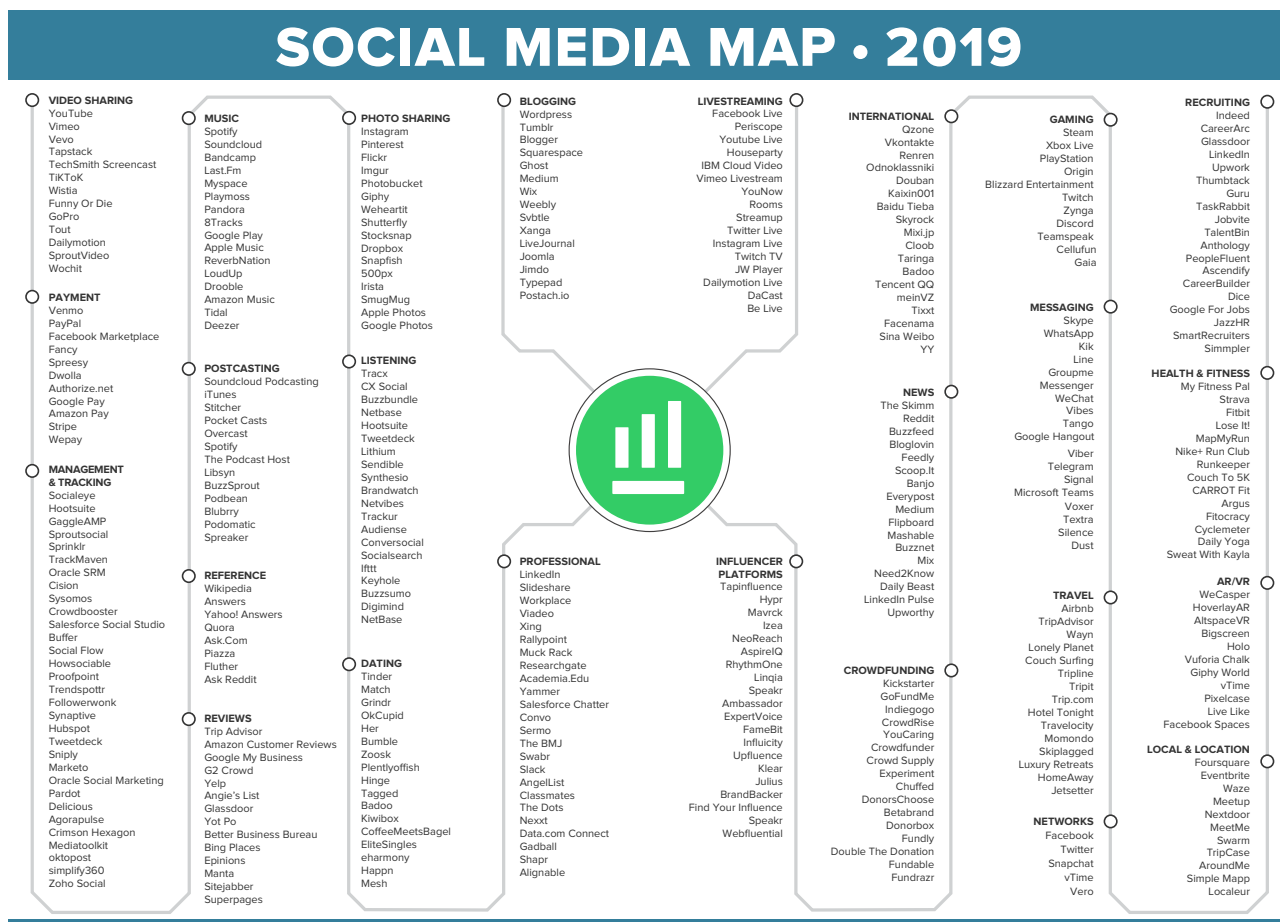


Fig. 2 Social media map. Aplicaciones existentes para redes sociales.

Para poder crear una estrategia lo primero que tenemos que delimitar es el público objetivo, en este caso nos centraremos en los jóvenes. La juventud, como la define la ONU, comprende de los 10 a los 24 años y en este espectro tenemos tres grupos diferenciados:

- La pubertad o adolescencia: 10 a 14 años
- La adolescencia media o tardía: 15 a 19 años
- La juventud plena: 20 a 24 años

De acuerdo a estudios del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Asociación de Internet la principal actividad en línea es acceder a redes sociales con un 89%, seguida de enviar y recibir mails, después enviar y recibir mensajes instantáneos (Whatsapp, Messenger, etc.) y como cuarta actividad está la búsqueda de información. En este aspecto el consumo de contenido ha ganado mayor relevancia para los usuarios lo cual indica una oportunidad de audiencia para los temas de ciencia, en especial, medio ambiente y ecología.

El enfoque principal del marketing digital es lograr un mayor número de ventas, sin embargo, como se menciona en el libro Elementos de marketing digital de la Asociación Mexicana de internet .Mx: “Una buena estrategia de mercadotecnia digital puede posicionar muy bien no sólo a empresas de todos tamaños sino también a las personas como individuos.”⁵³

Este enfoque puede modificarse para ayudar a individuos a posicionarse como expertos en temas específicos, así varios periodistas, líderes de opinión e incluso comentaristas han logrado incrementar su visibilidad en plataformas como Twitter y lograr formar parte de una comunidad con la que pueden interactuar. El impacto que causan en las grandes audiencias tiene un costo menor que aquel que tendría una campaña de publicidad con medios tradicionales e incluso con un menor tiempo de ejecución. De esta manera se podrían posicionar los investigadores a través de una buena estrategia de comunicación visual.

De la misma manera los científicos tienen la necesidad de recibir financiamiento de organismos públicos, privados, fundaciones e instancias gubernamentales, así mismo sus investigaciones tienen que posicionarse en revistas de alto impacto para promoverse, los temas de sus artículos tienen que ser llamativos, con enfoques innovadores y originales para tener acceso a estos recursos económicos. Algunos pasos que menciona Peter Fiske en la revista *Nature* acerca del porqué los científicos necesitan utilizar el marketing digital tienen que ver con análisis de las áreas de investigación prioritarias (esto se conoce como benchmarking en términos de Marketing), conectar con investigadores afines, crear redes de conexión con otras áreas similares y enfocarse en las oportunidades que les brinden un área de expansión de sus habilidades.

Mencionaremos el caso del paleontólogo noruego Jørn Hurum. Él representa el claro ejemplo de excelente manejo de marketing científico. En el año 2009 organizó una exitosa campaña para dar a conocer un fósil en excelente estado de conservación; esta presentación fue cubierto por un gran número de medios, incluso a nivel global. Los titulares con los que dio a conocer su investigación son los siguientes: ‘Eslabón perdido en la evolución humana’, ‘Octava maravilla del mundo’ y ‘Reescritura de la historia evolutiva’.

53 Asociación de internet Mx. *Elementos del marketing digital*. Versión 2.0. Edición de Juárez Pereyra, Lourdes. México: Central Media, 2017.

Otro claro ejemplo es el de la estudiante y activista Greta Thunberg que en el año 2018 inició una huelga escolar afuera del Parlamento Sueco para combatir el cambio climático, creando así el movimiento *#FridaysForFuture*, *#SchoolStrike4climate* y *Juventud por el clima* que ha dado la vuelta alrededor del mundo y ha movilizado 1.5 millones de estudiantes⁵⁴ con miras a crear conciencia acerca de la falta de medidas gubernamentales para disminuir los estragos causados por el cambio climático en el futuro. Aunque Greta es sólo una estudiante y no forma parte de un comité académico o investigación científica formal, los



Fig.3 Jørn Hurum presentando el fósil llamado el “Eslabón perdido en la evolución humana”

.....

54 “Cambiemos el mundo”, la publicación que recoge los discursos de Greta Thunberg. 24 Mayo 2019 Agencia EFE, EFE verde, Web site, <https://www.efeverde.com/noticias/cambiemos-mundo-publicacion-recoge-discursos-greta-thunberg/> Consultado mayo 2019.

objetivos que persigue son reducir la huella de CO₂, cumplir el Acuerdo de París⁵⁵ y la toma de responsabilidad de las empresas por sus emisiones.

La estrategia de comunicación que ha seguido Greta tiene tintes de una campaña de publicidad digital la cual se debe entender como un medio de comunicación que integra varios aspectos para poder impactar al público objetivo con un mensaje específico, o con propuesta de valor y un *call to action*, entendido esto último como un catalizador para cambiar una actitud o llevar al usuario a realizar alguna acción; ésta estará definida con antelación por especialistas para que contribuya directamente en la consecución de los objetivos estipulados.

En ambos casos sus campañas de comunicación están enfocadas principalmente a generar una acción en el público, es decir apelan al llamado *engagement* que busca “construir relaciones sólidas, fuertes, recíprocas y duraderas con el público para que este se vincule emocionalmente con el contenido

55 El Acuerdo de París creado en diciembre de 2015, dispone que todos los países de manera voluntaria reduzcan sus emisiones de CO₂ a través de financiamiento, rendición de cuentas, transferencia de tecnologías y desarrollo de capacidades, revisiones cada 5 años del cumplimiento de metas, así como no sobrepasar 2° C el calentamiento promedio de la superficie del planeta respecto a la era preindustrial. Fuente: Mario Molina, José Sarukhán y Julia Carabias, El cambio climático. Causas, efectos y soluciones. (México: FCE, SEP, Conacyt, 2017) 149-150.



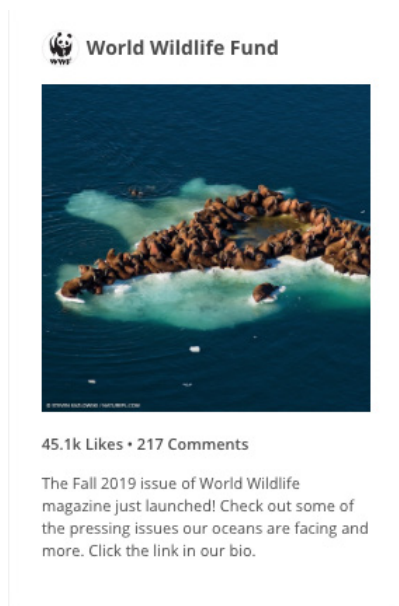
Figura 4. Greta Thunberg en la plaza Mynttorget, frente al Riksdag. 20 agosto 2018




Figura 5. Greta Thunberg en la revista británica GQ 12 agosto 2019

del mensaje⁵⁶, aún cuando las imágenes están fuertemente ligadas al discurso científico el discurso verbal también genera conexiones emocionales con el público.

De igual manera, en estos dos casos es difícil saber el tipo de optimización que una campaña de marketing científico tendría en el contexto de redes sociales puesto que tanto Jørn como Greta funcionan como figuras públicas, sin embargo otras organizaciones enfocadas en la investigación y preservación ecológica cuentan con cuentas en diferentes plataformas de redes sociales las cuales si pueden medir resultados de interacción con sus públicos, es así que World Wildlife Fund, Greenpeace, The Nature Conservancy, Charity:water, Sierra Club, Natural Resources Defense Council, Wildlife Conservation Society han creado campañas de comunicación digital exitosas que los mantienen a la cabeza de las interacciones con el público en redes sociales (principalmente Twitter, Instagram y Facebook) un ejemplo es que World Wild Fund encabezó la lista de *engagements* (en este caso: la cantidad de eventos compartidos,

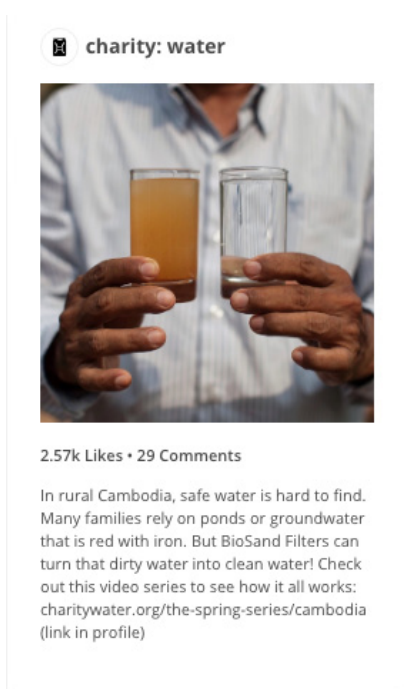


World Wildlife Fund




45.1k Likes • 217 Comments

The Fall 2019 issue of World Wildlife magazine just launched! Check out some of the pressing issues our oceans are facing and more. Click the link in our bio.



charity: water



2.57k Likes • 29 Comments

In rural Cambodia, safe water is hard to find. Many families rely on ponds or groundwater that is red with iron. But BioSand Filters can turn that dirty water into clean water! Check out this video series to see how it all works: charitywater.org/the-spring-series/cambodia (link in profile)



Greenpeace



35.9k Likes • 369 Comments

Are you busy? Action on the climate can't wait. To change everything, we need everyone. Including you. This September, join the climate strikers on the streets... 🌍

350org . . #ClimateChange #GlobalWarming #Environment #ClimateEmergency #ClimateJustice #ClimateCrisis #FossilFree #MakingOilHistory #ClimateBreakdown #EndOil #ActNow #ForTheEarth #NoNewFossilFuels #KeepItInTheGround #SaveOurPlanet #ActOnClimate #SaveThePlanet #MotherEarth #Sustainability #FridaysForFuture #SchoolStrike4Climate #ClimateStrike GretaThunberg #activism



56 Camilo Parra *¿Qué es engagement?* Entiende todo sobre este término <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-engagement/> (Publicado el 29 de agosto de 2017. | Actualizado el 17 de junio de 2019). Consultado Julio 2019



visualizados y gustados) en Agosto de 2019 con un número de 10.6 millones de las 81 publicaciones que generaron en 30 días de mediciones⁵⁷.

Estas mediciones se extienden a la procedencia del usuario, edad, nivel socioeconómico, etc. En caso de que la campaña tenga efectos no esperados se puede parar, modificar, corregir u optimizar. Las acciones que se tomen o los métodos tienen que tener coherencia, ser complementarios y generar una unidad de comunicación con los mismos objetivos, asimismo tienen que interconectarse para ser eficientes y eficaces en recursos humanos y económicos.

Estas medidas también delimitan el público objetivo que se define con base en varios parámetros: edad, sexo, nivel socioeconómico, preferencias, poder adquisitivo, hábitos de consumo, ubicación. Se tiene que entender cuáles son las motivaciones que tiene este público para consumir la información. Centrándonos en el tema científico la recopilación de los datos se hace de manera similar pero enfocados en el sujeto o en grupos de individuos a los que se requiera dirigir el mensaje, estos pueden ser tomadores de decisiones, comunidades, grupos vulnerables, etc.

Para poder recopilar la información necesaria para una estrategia de comunicación digital se tiene que dividir en dos tipos de fuentes:

Fuentes de información primaria: La información de primera mano, en la mayoría de los casos es la más fiable y en la base en la que se puede construir una campaña publicitaria, esto es porque se aplica una serie de procedimientos que toman contenido directo de las pequeñas muestras de potenciales grupos a los que nuestras comunicaciones van dirigidas. Los tipos de métodos que se utilizan son encuestas, entrevistas, focus groups, etc.

Fuentes de información secundaria: Hay diversas fuentes de información secundaria que tienen información ya recopilada a través de distintos medios, un ejemplo es la base de datos interna de una empresa en la cual se muestre información de años anteriores que hagan referencia a campañas publicitarias anteriores. Estos datos también pueden encontrarse en empresas que se dediquen a recopilar información.

En el caso de la comunicación de la ciencia pueden recopilarse datos basándose en números

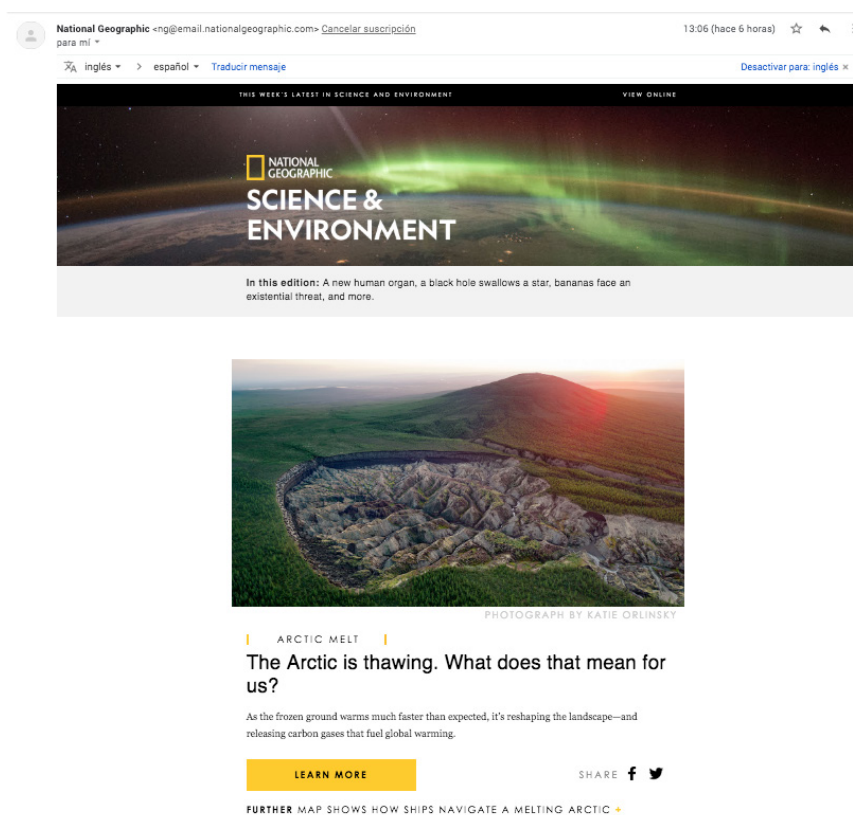
57 *Environment Social Media Benchmarks*, Web site, <https://www.rivaliq.com/explore/environment/> Consultado Agosto 2019.



que atiendan a estudios sobre ciencia ciudadana o en su caso datos acerca de la Agenda Ciudadana en Iberoamérica donde se incorporan los Objetivos de desarrollo Sustentable de la ONU que se mencionaron anteriormente.

Las futuras campañas publicitarias o estrategias de marketing digital enfocadas a la investigación científica y participación ciudadana pueden utilizar como referencia este tipo de datos, sin embargo, nuestra sociedad al estar en constante cambio y complejidad necesita tomar datos de primera mano para plantear mejores estrategias y lograr una mejor apropiación del conocimiento.

Las campañas de marketing digital necesitan ser medibles para conocer su efectividad en el público objetivo, así la planeación de tiempos es un factor decisivo para determinar la ejecución y recopilar los datos que resulten de ésta.



El factor tiempo no sólo es indispensable en la planeación de la campaña sino también en la ejecución de la misma y en los medios que se planeen utilizar, un ejemplo claro en este aspecto es el ratio de tiempo en el que el usuario objetivo interactúa con una *landing page*, ésta es una página

Fig. 7. Ejemplo de e-mail marketing para la ciencia y medio ambiente. National Geographic donde

el usuario puede observar un mensaje que lo conmina a actuar (el *call-to-action* descrito anteriormente), entre más rápido interactúe el usuario con esta *landing page*, la efectividad del mensaje es mayor. Por esta razón es tan importante la planeación del tiempo, no sólo a nivel de aplicación de la campaña a nivel global, sino de los tiempos en los que el público reacciona a la campaña en si.

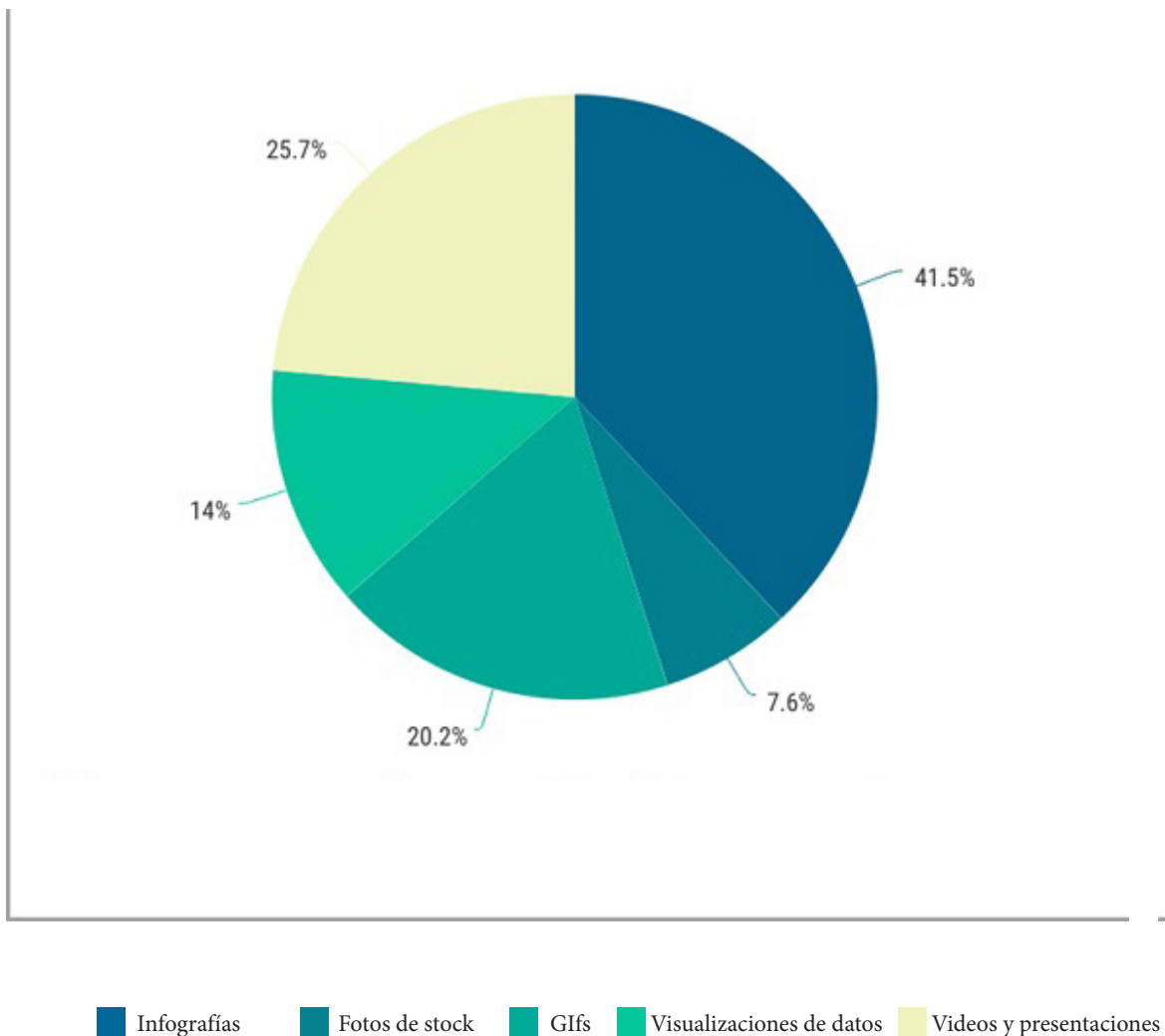


Fig. 8. Visualizaciones digitales más atractivas <http://bit.ly/32ii6BH>

Tomando en cuenta todo lo anterior algunas de las estrategias que se implementan en el marketing digital científico son:



- E-mail marketing
- Gestión de perfiles en redes sociales
- Publicidad en redes sociales
- Publicidad en buscadores
- Banners en portales
- Publicidad en dispositivos móviles
- Herramientas de geolocalización
- Generación de contenidos

Cabe aclarar que estas estrategias de marketing son implementadas por especialistas que

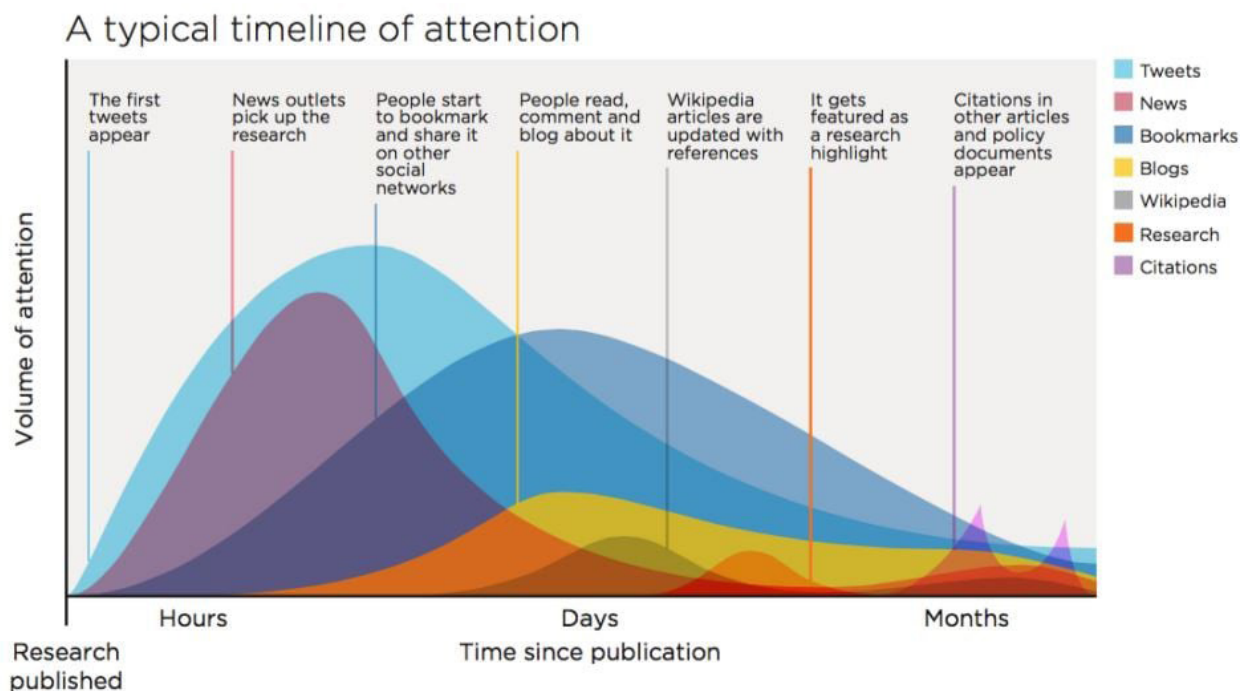


Fig. 9. "Altmetric para editores: comprendiendo y maximizando la información sobre los datos de atención" "Altmetric for publishers: understanding and maximizing attention data insights" by [#Altmetric](#).

conocen a profundidad el público, el tema que se comunicará, los objetivos y la retención a través de la captación de la atención.

Definido esto se centran los esfuerzos en analizar qué plataformas y la manera de interactuar con los usuarios, en este punto se tiene que estar pendiente de cada comentario, sugerencia, queja o texto que se reciba. Por otra parte para poder definir el contenido se tiene que hacer un estudio exhaustivo de los temas más relevantes en el momento, así como la fiabilidad de la información.

Las imágenes en este medio consiguen mayor alcance, y la cantidad de clics que reciben llega a ser más del doble que el resto de las publicaciones, (enlaces y estados). Esto para aquellos que buscan un posicionamiento de marca a través del marketing es muy útil.

Otra red social en la que se desarrollan gran parte de las estrategias de marketing digital es Instagram, la quinta red social con mayor número de usuarios⁵⁸ que está basada enteramente en compartir contenido a través de imágenes; aunque estudios demuestran que sus usuarios tienen un acercamiento mayor a los textos que las acompañan, su principal función comunicativa es a través de los gráficos y la imagen, los cuales toman especial preponderancia en la apropiación de cualquier contenido con el que se presenten.

De la misma manera, el uso de redes sociales puede tener un efecto no deseado respecto a como se comparte el conocimiento, un ejemplo de esto es el movimiento anti-vacunas que ha proliferado en los últimos años y que facilitaron “la creación, el consumo y el intercambio de información no verificada que se hace pasar por hechos reales”⁵⁹. Este movimiento ha incrementado los casos de enfermedades infecciosas que se creían erradicadas gracias a los esquemas de vacunación a nivel mundial. Por esto es indispensable que las estrategias de comunicación científica estén ligadas fuertemente a fuentes de información comprobables y

58 Juan Carlos Mejía Llano, *Estadísticas de redes sociales 2019: usuarios de facebook, twitter, instagram, youtube, linkedin, whatsapp y otros*. 21 Marzo 2019. Consultado Agosto 2019.

59 Infectious Disease Advisor, Website, *Social Medicine: The Effect of Social Media on the Anti-Vaccine Movement*, <https://www.infectiousdiseaseadvisor.com/home/topics/prevention/social-medicine-the-effect-of-social-media-on-the-anti-vaccine-movement/> Consultado Octubre 2018.

fiables pues estos mensajes se difunden rápidamente hasta convertirse en mensajes “virales”⁶⁰.

La gran cantidad de información que circula en redes genera un nivel de retención menor, sobre todo si los gráficos son poco claros y nada accesibles, los usuarios de “Facebook comparten 684,478 gráficos con contenido, en Twitter se procesan 500 millones de tweets y en Instagram se publican 80 millones de fotografías”⁶¹. Por esta razón es importante crear gráficos que sean fáciles de leer, escritos correctamente, con los estándares de diseño apropiados así como utilizar los formatos apropiados para cada plataforma. Los gráficos son una necesidad y son esenciales para compartir el conocimiento.

Un aspecto importante a tomar en cuenta respecto a las imágenes que se comparten en el entorno científico ambiental es la “descontextualización de la imagen y su abstracción”⁶² pues el imaginario respecto a estos temas se ha convertido en un número de imágenes perfectamente definidas que recrean los problemas medioambientales tales como el calentamiento global y cambio climático: icebergs derritiéndose, pérdida de biodiversidad; osos polares desnutridos, entre otros. Las imágenes se vuelven genéricas y dejan de tener un significado real.

3.2 Sinergia interdisciplinaria del Diseño para inspirar la participación social y política

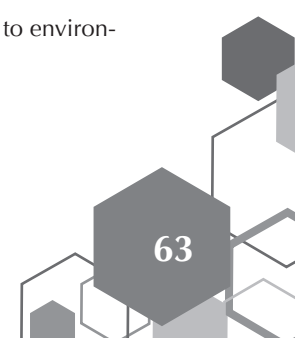
“A pesar de lo importante que pueda ser, la verdadera naturaleza de la función del diseño normalmente requiere su invisibilidad. Es más, en la mayoría de los casos, cuanto mejor es el diseño, más invisible se torna.”⁶³ Así también los diseñadores, como individuos, pueden

60 Para saber más acerca del análisis de difusión de mensajes en tiempo real en redes sociales consultar: Miki Enoki, Issei Yoshida y Masato Oguchi, *Performance of System for Analyzing Diffusion of Social Media Messages in Real Time* IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (Ochanomizu University IBM Research – Tokyo, 2015)

61 Michael Patterson, *How to double your social Engagement with images*, Website: <https://www.convinceandconvert.com/social-media-strategy/double-social-engagement-with-images/>

62 Anders Hansen, *Environment, Media and Communication* (United Kingdom: Routledge introductions to environment series, 2010), 3.

63 Frascara, *Diseño gráfico para la gente*. Pág. 72.



pasar desapercibidos en la comunidad en la que se desarrollan, las imágenes que éstos crean no tienen trazas que indiquen su procedencia o el individuo que las creó, en la actualidad, su identidad se queda atrás del ordenador y, en su caso, su postura política y su contexto cultural.

Quienes crean imágenes están diseñando mensajes que se incrustan en la psique de aquellos que las observan, es por esto que el papel del diseñador y comunicador visual tiene trascendencia en la sociedad y la cultura, su papel va más allá de crear objetos o imágenes para cumplir una función publicitaria o consumista, aunque la mayoría de ellos está inmerso en este trabajo pocos se cuestionan si su quehacer cumple una función social o implica una postura política independientemente si trabajan para una empresa, para una consultoría o un partido político.

En México, debido a la llegada en la época colonial de la imprenta, los talleres se iniciaron en el diseño, edición e impresión de los primeros libros en México. Éstos en un principio tuvieron como objetivo difundir la doctrina cristiana, sin embargo, la apropiación cultural de la imprenta marcó un cambio cultural y por lo tanto un rápido crecimiento intelectual dando paso a textos de índole científico, gráfico, narrativo o musical.

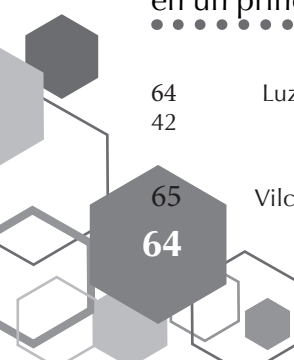
Con el pasar de los años surgieron “nuevos grabadores que refinaron su oficio y se consideraban artistas liberales”⁶⁴, no sólo por la manera en la que mejoraron su técnica sino por el contenido de la obra que imprimían, es así como proliferaron las primeras imprentas ambulantes, prohibidas por el virrey en turno. Podría decirse que ahí surgieron los primeros diseñadores con una postura política liberal en México.

El primer periódico formal en México nace en 1805 con el nombre de *Diario de México*, en este periódico se difundían historias e ilustraciones con patrocinio de la corona, por lo que no se podían publicar ideas contrarias a la monarquía aunque ya entrada la guerra de independencia se distribuían panfletos con manifiestos y proclamas que permitían que circulara la información y difusión de noticias.⁶⁵

Y no sólo el periódico y los panfletos tenían una importancia social, también las viñetas que en un principio publicaban marcas para anunciarse cumplieron una función política al incluir

64 Luz del Carmen Vilchis Esquivel. *Historia del Diseño gráfico en México*. México: INBA-CONACULTA, 2010. Pág. 42

65 Vilchis Esquivel, 2010.



crónicas y crítica social en su contenido. Tal fue su auge que para 1860 había 30 periódicos que utilizaban la caricatura como forma de crítica social y es en este momento en el que surge *El Ahuizote* y después de éste, *El Hijo del Ahuizote*, que reflejaban la condición social del momento y eran un referente contra la opresión y la lucha del pueblo que se vería reflejada años después en la Revolución mexicana.

Quizá en este momento histórico el papel del ilustrador o grabador esté más ligado a la lucha contra la opresión del estado, esto se debe a la lucha interna y el momento político circundante, los grabadores fueron pieza clave en la caída de Porfirio Díaz hasta la promulgación de la constitución en 1917.

Al mismo tiempo en Europa se daba una revolución en el diseño, la Bauhaus fundada en 1919 fue el epicentro del diseño y, aunque estuvo ligada a los conceptos de publicidad y las necesidades de la industria, también se crearon diferentes asociaciones que incluían innovación y espontaneidad en su quehacer después de la Primera Guerra Mundial y que respondían a la necesidad de incluir al diseño como un agente de cambio social, un ejemplo es la Deutscher Werkbund, que tenía como objetivos promover el debate intelectual sobre el tema del diseño, mejorar la calidad de los bienes de consumo alemanes y la competitividad de sus productos así como favorecer las redes de contacto entre empresarios y creadores.

El estilo gráfico que se generó a partir de esta transición en el diseño en la escena europea se hizo tangible en México, así se puede ver la transformación en los carteles que fungieron como objetos propagandísticos en las primeras elecciones para presidente en los primeros años después de la Revolución. El uso de carteles también estuvo presente en diversos acontecimientos históricos después de este periodo, por ejemplo, la llegada de oleadas de españoles debido al régimen de Franco a principios de la década de 1940 que aumentó el número de científicos e intelectuales en México.

Analizando estas bases históricas podemos inferir que desde el inicio de las actividades gráficas en México hubo un importante nexo con la política y dependiendo del bando en el que se encontrara el grabador o ilustrador su obra la pondría al servicio de sus ideales.

En las décadas siguientes, el diseño no sólo se desarrolló en la parte política de México, sino

también tuvo un gran auge en el área de la educación, así como en el área de publicidad y mercadotecnia, desarrollándose la parte académica en los programas de la Escuela Técnica de Publicidad que fueron los precursores de las licenciaturas que actualmente abundan en el país.

Con el pasar de los años, el diseño, ya consolidado como una disciplina crece, se desarrollan talentos específicos para las nuevas áreas en las que el diseño evoluciona como menciona Frascara⁶⁶ y las cuatro áreas que definió⁶⁷, así el diseño para persuasión, que es el área en la que nuestro tema se desarrolla, influye en la conducta del individuo y tiene tres líneas de acción fundamentales: la publicidad, la propaganda y las comunicaciones de interés social.

En el área de la publicidad, el diseño se centra enteramente en la comunicación para la comercialización de servicios y productos, estando estos últimos en un estado de cambio permanente debido a la volatilidad de la industria. Para este fin el diseñador construye el mensaje basándose en los resultados que arrojan para estos productos la mercadotecnia, la economía y la psicología conductista. Todas estas disciplinas y algunas otras están involucradas por el gran impacto que tienen en el consumo de productos y el capital que deriva de ellos.

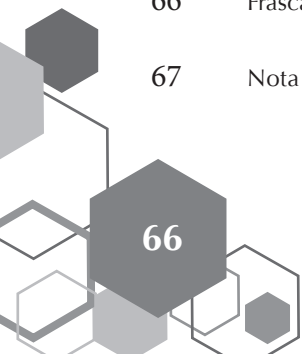
Así mismo, este tipo de diseño para publicidad, al estar expuesto en medios masivos de comunicación, tiene un efecto directo en la cultura. Los mensajes que se crean pueden ensalzar ciertas conductas o valores relacionados a un producto y se puede correr el riesgo de que sean interpretados de manera errónea.

El delicado equilibrio de la comunicación en persuasión radica en que si el mensaje no es apropiado puede incluso tener serias repercusiones o generar problemas sociales, basta recordar las imágenes relacionadas a marcas como Post-iT, Burger King, Skyy, etc. donde se promueve la objetificación de la mujer y su sexualidad. En este sentido el diseñador es responsable de aquellas imágenes que produce y promueven un mensaje que pueda dañar a un sector grande de la sociedad o incluso a ciertos grupos vulnerables.

.....

66 Frascara, J., 2006.

67 Nota del autor: Las tres primeras áreas se describieron anteriormente. Ver Capítulo 2



En el área de interés social podrían mencionarse los problemas referentes al día a día de las personas los cuales se pueden trabajar en conjunto con sociólogos o antropólogos, por ejemplo una mala señalización podría aumentar el porcentaje de accidentes viales⁶⁸. Resolver este tipo de problemas de comunicación que aparentemente son triviales pueden tener un efecto positivo en la vida diaria de las personas.

En el área de la propaganda; la RAE define como:

Del lat. mod. [*Congregatio de*] *propaganda [fide]* «[Congregación para] la propagación [de la fe]».

1. f. Acción y efecto de dar a conocer algo con el fin de atraer adeptos o compradores.
2. f. Textos, trabajos y medios empleados para la propaganda.
3. f. Congregación de cardenales nominada *De propaganda fide*, para difundir la religión católica.
4. f. Asociación cuyo fin es propagar doctrinas, opiniones, etc.

Así podemos vislumbrar que la propaganda está inmersa en aquellas áreas políticas, espirituales o religiosas al hablar de ganar adeptos, las ideas que cualquier persona desarrolle dentro de estas áreas necesitan indudablemente un recipiente o una mente donde sean anidadas.

Frascara la divide en propaganda política, propaganda ideológica y centra la controversia en el quehacer del diseñador por el contenido al que se refiere, cita a David Ogilvy respecto a la ética de utilizar la publicidad en televisión para los candidatos a la presidencia como algo totalmente descontrolado y es flagrantemente deshonesto⁶⁹.

El mismo Ogilvy habló en su libro publicado hace 30 años; *Confesiones de un publicista*

68 Red de Diseñadores con Conciencia Social. *Entrevista a Jorge Frascara. Un alentador mensaje sobre el diseño y las nuevas necesidades de la gente*. Primer Encuentro Red de Diseñadores con Conciencia Social. Febrero 2014.

69 Frascara, J. *El diseño de comunicación*. (Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito, 2011) pp 138 <https://foroalfa.org/articulos/entrevista-a-jorge-frascara>

acerca de utilizar la publicidad en la política:

“¿Debe emplearse en política la publicidad?

Opino que no. En los últimos años se ha puesto de moda el empleo de agencias publicitarias por los partidos políticos... Siempre que se pide a mi agencia que anuncie a un político o a un partido rechazamos la invitación, en el bien entendido que:

(1) Consideramos que el empleo de publicidad para «vender hombres de Estado» es la última palabra de la vulgaridad.

(2) Si anunciásemos a un demócrata quedaríamos en malas relaciones con los republicanos de nuestro personal y viceversa. Sin embargo, animo a mis colegas a cumplir con sus deberes políticos, trabajando para una de las partes — como individuos. Si un partido o un candidato necesitan servicios técnicos de publicidad, tales como la contratación de espacios para emitir reuniones políticas, puede emplear voluntarios expertos, unidos todos en un comité especial.”⁷⁰

Ogilvy tenía una muy clara postura respecto a la utilización de sus capacidades y aptitudes respecto a la política, sin embargo en los últimos años (que están muy lejanos de aquellos en los que Ogilvy vivía) la situación ha tomado un camino totalmente diferente a lo que él plantea en este libro, la publicidad está al servicio del estado y utiliza sus estrategias para ensalzar a los políticos y la imagen que quieren proyectar, es un hecho que ha funcionado pues han quedado en el poder aquellos que han invertido más en sus campañas logrando así convencer a una parte importante de la población, que no es necesariamente aquella que tenga una educación superior o incluso un referente para poder ser críticos y hacer una diferenciación en sus preferencias electorales.

La propaganda política, después de la publicidad, es uno de los ámbitos en los que más se gasta, en México basta recordar la cantidad de materiales: lonas, trípticos, volantes, espectaculares, etc., que inundan la ciudad antes de las elecciones. Necesariamente tiene que existir un diseñador, un grupo de ellos o grandes agencias que hagan ese trabajo, por lo que se podría cuestionar su decisión al formar parte de las campañas políticas.

.....

70 Ogilvy, D. Confesiones de un publicista. Volumen 6 de Selecciones de Marketing. 1985

El presupuesto en el año 2019 para los partidos políticos en México fue de 9 mil 573 millones⁷¹, muchos se preguntarán *¿Por qué tanto dinero?*, contender en una elección cuesta dinero y las campañas electorales son cada día más caras tomando en cuenta que ese presupuesto es para establecer una oficina de campaña, contratar personal, hacer la votación, transmitir el mensaje de campaña, los viajes del candidato para conocer a los electores, entre otros gastos considerando el aumento en el costo de las campañas por la creciente dependencia del uso de publicidad en los medios masivos de comunicación; los precios se elevan ya que una gran parte está destinada a la producción de materiales impresos, vídeos, spots, espectaculares, papelería, fotografía y todo lo que incluye el proceso de diseño, producción y postproducción.

Es del conocimiento público el grado de corrupción que se da en el terreno de los partidos políticos y del ejercicio de la política en nuestro país, se sabe que gran parte del presupuesto que se destina a estos partidos políticos es malgastado por aquellos que están al frente de los mismos, por lo que podemos inferir que aquello a lo que se refería Ogilvy no ha cambiado mucho en los últimos 30 años. Se podría decir que la situación ha empeorado pues el presupuesto para este año, 2019 es el más alto en la historia de México sin contar aquellas sumas que son de origen desconocido y que no son reportados al Instituto Nacional Electoral (INE).

Aquí el discurso ético sobre el bien o mal en el uso de la publicidad en campañas electorales, claramente está enfocado hacia *lo mal hecho*, pues ante el escrutinio público, ese presupuesto debería ser invertido en otras necesidades como educación, cultura o deporte. La mayoría de la población mexicana tiene un nivel de vida bajo en comparación a otras naciones y esos recursos tendrían que ser destinados a mejorar ese nivel de vida pero, ¿qué papel juega el diseñador en esto?

Hay que tener en cuenta que cada sexenio hay una campaña electoral y siguen emergiendo spots televisivos, fotografías en paredes, techos y cualquier lugar que pudiera funcionar como escaparate para el candidato en turno. Claramente la publicidad y el trabajo del diseñador están al servicio de estos fines políticos; habrá de preguntarse, *¿qué mueve a los diseñadores a participar en esto, ¿se está adoptando una postura política al trabajar para ese partido político?, ¿está adoptando los ideales que promulga el partido político con el que se trabaja? o ¿sólo está aceptando un salario o pago por sus servicios sin condicionar su preferencia electoral?, ¿el*

71 Samedi Aguirre. "No, los partidos políticos no tienen 5 mil mdp para gastar: es el doble". *Animal Político*. 10 de diciembre, 2019.

<https://www.animalpolitico.com/2019/12/recursos-publicos-partidos-politicos-presupuesto-gastos-morena/>

diseñador se reconoce a sí mismo como un elemento activo de la política al trabajar para un partido político?

El diseñador no es el único partícipe en el proceso, también hay psicólogos, mercadólogos, economistas, consultores de imagen, etc., la red de participantes es muy compleja, difícilmente un sólo diseñador podría oponerse a este sistema pues éste es absorbido por él y se convierte en un ser invisible. Puesto que los diseñadores participan en tantos procesos de comunicación como se ha descrito, es indispensable situarle como una pieza activa en la cultura y por lo tanto en la política del país, partícipe o no en los procesos de comunicación dentro de los partidos aunque él mismo no se reconozca como tal.

Esto se da en el mismo ejercicio de su profesión, si se dedica a la publicidad está propiciando la cultura del consumo y el movimiento de la economía, está dentro del capitalismo, a menos que formará parte de algún otro tipo de economía. Para poder vender un producto se tienen que satisfacer las necesidades del público, no se puede sustraer de su entorno, se tiene que analizar e investigar al usuario y así mismo las decisiones comunicativas que adopte el diseñador implican una gran responsabilidad⁷².

Si se dedica a la educación es posible que el mensaje que construye cambie ciertas directrices arraigadas en la mente de los receptores del mensaje y requiere que la estrategia que utilice esté basada en el contexto en el que la gente se desarrolla, el idioma, la cultura, es decir; el conocimiento profundo del grupo al que se quiere alcanzar con este mensaje, en especial, si el mensaje va dirigido a los niños o jóvenes, esto mismo puede influir en su conducta futura.

Por esto no se podría decir que el diseñador no es apolítico, entendiendo como política toda aquella acción que repercuta o modifique al grupo de personas con el que convivimos, en menor o mayor escala. El diseñador forma parte de la polis, es por esto que no se puede sustraer de su carácter político.

Las decisiones que los diseñadores toman para elegir un camino profesional u otro pueden obedecer a diferentes factores, puede ser el grado de estudios que tiene, la comunidad en

72 Jorge Frascara, *Diseño gráfico para la gente. Comunicaciones de masa y cambio social*. (Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito, 2000)

la que se desarrolla, las inquietudes que tenga, el nivel económico al que quiere llegar, lo que le interesa, etc. Es erróneo pensar que sus acciones profesionales no tienen impacto en la sociedad o una responsabilidad por los mensajes que emiten.

En este momento histórico podemos darnos cuenta que todo acto es político al formar parte de un grupo de personas dentro de un espacio, teniendo relaciones directas o indirectas con **quiénes** nos circundan y que, como tales participantes nuestros actos van más allá de los que podemos pensar; el manipular la imagen, el crear un mensaje tiene implícita una gran responsabilidad, somos creadores de nuestra realidad y al tomar consciencia de esto podemos moldearla tanto como sabemos configurar los mensajes visuales que construimos, es en este momento cuando dejamos de ser ciudadanos invisibles.

Los diseñadores en el ámbito político o científico tienen las mismas oportunidades de colaboración, de crear un puente de comunicación entre estos dos grupos y el público. Los mismos científicos tienen que crear productos de comunicación para poder acceder a recursos públicos y para intentar cambiar las políticas públicas en materia de medio ambiente. De esta manera podemos darnos cuenta que todos estos actores están entrelazados íntimamente en los procesos de comunicación y los diseñadores cumplen un papel primordial para contribuir a que los mensajes lleguen de una u otra manera al público objetivo.

3.3 Prospección del trabajo interdisciplinario del Diseño en la comunicación de la ciencia

El análisis del contexto actual de una disciplina o área de conocimiento es una fuente de conocimiento para poder tener propuestas de cambio a corto, mediano y largo plazo. El papel que juegan los diseñadores en el ámbito de la comunicación de la ciencia tiende a ser desconocido; en los análisis de los investigadores en comunicación de la ciencia cuando se habla acerca del Diseño se sobreentiende que se habla acerca de programas de software o la inclusión de elementos visuales y/o prácticas relacionadas con el diseño que pueden mejorar imágenes a un nivel técnico, ya sea con algunos filtros, colores o tipografía, sin embargo, una mejor aproximación a lo que significa la colaboración entre disciplinas para un fin común tendría que ser abordado desde el análisis del individuo que ejerce la profesión.

Un entendimiento más claro de la proyección y la prospección que tiene el Diseño se deriva de la conversación que se puede tener con los ejecutantes de los procesos visuales y comunicativos

en la comunicación de la ciencia acerca de su experiencia en el campo, como menciona Jesper Lensen:

Lo que realmente nos afecta y le da sentido a la vida son las experiencias que tenemos. Tales experiencias no implican necesariamente lo extraordinario ... En cambio, el diseño que afecta la experiencia humana es un diseño que considera todas las experiencias en la vida y lo que hace que nuestras experiencias cotidianas sean más significativas. Cada producto, servicio y sistema que diseñamos afecta nuestras experiencias, por lo que argumento que lo que diseñamos debe estar más profundamente basado en el resultado experimental esperado. El diseño basado en la experiencia ... puede conducir a nuevas oportunidades para diseñar experiencias a un nivel más profundo, lo que también puede conducir a una exploración de posibilidades, en lugar de centrarse en la mera resolución de problemas.⁷³

Es por esto que en este trabajo de investigación se decidió realizar entrevistas a investigadores científicos que elaboran sus propias imágenes y gráficos para comunicar conocimiento científico y a diseñadores que están participando en esta área para saber, a partir de su experiencia los retos y características de su trabajo, como se vio en el capítulo 2 la creatividad para la creación gráfica en ambos casos pareciera distinta, sin embargo tiene un mismo fin, en palabras de Vari; “ambos requieren observación cuidadosa, intuición, inspiración, pasión, dedicación y disciplina, y ambos pueden inspirarse mutuamente. En ciencia y arte, lo más esencial es crear algo genuino basado en la asociación libre de pensamientos.”⁷⁴

Es indispensable tomar en cuenta que este tipo de entrevistas son cualitativas, su principal función es conocer la interpretación que los entrevistados tienen de su profesión y quehacer;

73 Jensen, Jesper L. Designing for Profound Experiences. *Design issues* Volume 30, Number 3. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2014. Pág 39 Cita original: “What really affects us and gives meaning to life are the experiences we have. Such experiences don’t necessarily involve the extraordinary... Instead, design that affects human experience is design that considers all experiences in life and that makes our everyday experiences more meaningful. Every product, service, and system we design affects our experiences, so I argue that what we design should be more profoundly grounded in the intended experiential outcome. Experience-based Designing...can lead to new opportunities to design for experiences at a more profound level, which can also lead to an exploration of possibilities, rather than a focus on mere problem solving.” Traducción propia.

74 Vari, Sandor G. “Creative mind links art and science.” *Croatian medical journal* vol. 57,2 (2016): 87-8. doi:10.3325/cmj.2016.57.87 Cita original: “They both require careful observation, intuition, inspiration, passion, dedication, and discipline, and both can inspire each other. In science and art, the most essential thing is to create something genuine based on the free association of thoughts”. Traducción propia.

la muestra no es significativa, sin embargo por su calidad de cualitativas, se hace énfasis en el contenido de éstas. Los reactivos se crearon a partir de la premisa de saber acerca de la experiencia que han tenido en esta área laboral y los motivos por los cuales llegaron a este nicho de trabajo. Las entrevistas se realizaron entre febrero y septiembre de 2018. Se entrevistaron a 15 diseñadores y/o ilustradores, 4 científicos (biólogos que se dedican al arte o diseño) y una comunicóloga. Las entrevistas se realizaron en su mayoría a través de correo electrónico debido a la localización de los entrevistados. Una entrevista fue a través de videoconferencia (UK) y otra a través de llamada telefónica (México). Es importante mencionar que el número total de diseñadores contactados fue de 14. Los países de los que son originarios los participantes son: México, Chile, Reino Unido, España y Estados Unidos. Se crearon dos tipos de reactivos, uno para los diseñadores y otro para los científicos por la diferencia de formación profesional y por cómo abordan cada uno el problema de la comunicación visual.

Los diseñadores entrevistados conocen pocos referentes visuales dentro de su área, sin embargo, conocen el trabajo de asociaciones o instituciones que realizan diferentes tipos de gráficos para divulgación. A continuación se hace un análisis de las respuestas obtenidas, los reactivos se pueden revisar en el Anexo 2.

Uno de los problemas que se encuentran los diseñadores al trabajar en instituciones públicas o privadas es que proponen soluciones gráficas para comunicar información de manera interna (en el caso de que tengan ese rol), sin embargo, los públicos están acostumbrados a ciertas normas operativas. Esto puede ser un factor determinante en cómo la información es transmitida dentro de las instituciones y fuera de ellas. La mayoría de los entrevistados piensa que no es una condicionante tener una formación científica para desarrollar su trabajo pues en el proceso los especialistas se encargan del contenido, sin embargo, piensan que si es necesario tener conocimientos básicos; algunos han tomado cursos, diplomados y talleres para complementar su trabajo.

La formación profesional puede ser Artes, Artes Visuales, Diseño gráfico y Diseño y Comunicación Visual. Estos profesionales pueden desarrollarse en el área de ilustración científica, diseño editorial, diseño multimedia, diseño web. La curva de aprendizaje del diseñador depende de su receptividad al tema científico y al área en la que se esté desarrollando, así como los materiales que esté trabajando, se refieren a las áreas de Física, Matemáticas, y Química como las áreas más difíciles para trabajar por los conceptos que se manejan.

Los primeros acercamientos que tuvieron para trabajar en esta área y que fueron definitivos para permanecer en este campo de trabajo se dieron a través del contacto laboral o que alguien en su familia tuviera formación académica dentro de la ciencia. Los entrevistados coinciden en que las habilidades que debería tener un diseñador para trabajar en esta área son; ganas por entender la ciencia e interés por investigar.

La mayoría concluye que los diseñadores deberían de contar con las herramientas necesarias desde su formación universitaria para hacer investigación y entender los conceptos que se manejan en la comunicación de la ciencia, es indispensable en algunos casos que se haga a través de cursos, diplomados y educación no formal.

En su mayoría, los científicos entrevistados indicaron que la principal causa para que un especialista se acerque al arte o al diseño es por necesidad, es decir, necesitan comunicar sus hallazgos de manera gráfica por lo que hacen uso de software especializado en diseño o algunos recursos en línea para el mismo fin. En algunos casos se acercan al arte por tener interés o como un medio de esparcimiento, después se dan cuenta que lo pueden utilizar para fines específicos en su investigación y adquiere un sentido más personal al combinarlo con el arte.

La totalidad de los entrevistados indicó que su formación científica les ayuda a entender los conceptos a desarrollar, así mismo creen necesario que quienes comuniquen ciencia deben comprender los conceptos básicos para explicar la ciencia de manera entendible y fácil de digerir. En algunos casos son autodidactas y creen que no necesitan una formación en Diseño para crear imágenes, creen que solo requieren programas de diseño como Photoshop, Illustrator, Graphic, etc. También se ayudan de algunas herramientas en línea como Piktochart o Infogram. La mayoría (excepto dos) no tiene referentes visuales concretos, algunas de estas alusiones tienen que ver con la interacción entre arte y ciencia.

Muchos piensan que es importante la comunicación de la ciencia para que se gesten cambios en las políticas públicas pero en su mayoría opina que este es un cambio gradual y está basado enteramente en que los tomadores de decisiones estén al tanto de los estudios que ellos hacen. De esta manera el gobierno puede apoyar económicamente estudios e investigación en temas ecológicos. Es importante evitar la desinformación y el crecimiento de pseudociencias.

En el caso del área de comunicación, el primer contacto fue a través del ámbito laboral. Se entiende que el primer paso para desarrollar un proyecto dentro de esta área es buscar la información científica y entender los problemas que se están sucediendo en el entorno. Para que esta información científica tenga valor para la gente se busca que tenga un tono noticioso y atractivo, de otra manera las televisoras y periódicos no prestan sus espacios para transmitir la información. Sin embargo es necesario evitar el sensacionalismo, en ocasiones, los temas respecto a protección del medio ambiente tienen un componente social y económico tan fuerte que pueden llegar a generar altercados entre compañías y sociedades con intereses proteccionistas.

Se indica que los recursos económicos para las campañas de comunicación en su mayoría son patrocinadas por algunas instituciones privadas y públicas. En ciertas situaciones son particulares los que proveen algunos recursos económicos o logísticos. La influencia de algunos puestos públicos ayuda a tener conexiones necesarias para que estos temas tengan relevancia en el ámbito televisivo o periodístico. El trabajo interdisciplinario es algo normal en este tipo de proyectos, se necesitan diferentes actores (biólogos, comunicólogos, reporteros, diseñadores, fotógrafos, camarógrafos, editores) para poder llevar a cabo una campaña de comunicación exitosa.

Es necesario participar en algunos cursos y talleres para poder hacer este trabajo pero no es indispensable, lo que sí es necesario es entender la información científica para poderla transmitir.

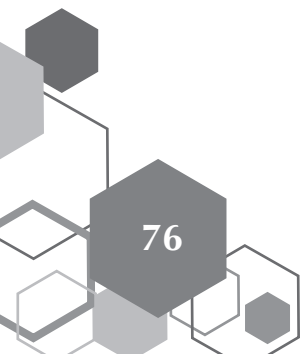
Una de las premisas que se repite una y otra vez a lo largo de las entrevistas en las tres áreas (Diseño, Ciencia y Comunicación), en especial en el área científica es que la ciencia genera conocimiento y el diseño o el arte sólo son un puente para traducirlo o hacerlo más entendible y atractivo. La mayoría de los entrevistados, entre científicos y diseñadores e ilustradores concluyen que una de las características que debe tener el trabajo de divulgación es que, para poder acercar a la gente a este tipo de conocimiento duro, de datos y conceptos complicados, alejados de la gente se necesita tener un componente emocional, puede ser desencadenado por la imagen a través del arte.

La falta de recursos es un problema generalizado en todos los entrevistados, se requiere obtener apoyo económico para poder desarrollar mejores materiales y alcanzar mejores resultados. La mayoría de los entrevistados indican que la imagen tiene más valor para comunicar que

la palabra por sí misma, los textos largos tienden a ser tediosos, en especial si los términos utilizados son técnicos y específicos del área. Es por esto que se hace énfasis en la utilización de términos o conceptos básicos. Una de las principales directrices a seguir es evitar la desinformación ya sea a través de una pobre utilización de conceptos o que estos no sean explicados de manera adecuada.

Las redes sociales son una poderosa herramienta y es la plataforma perfecta para su expansión y crecimiento. Concluyen que el trabajo en equipo es parte esencial del trabajo dentro de la divulgación, sin embargo, la mayoría habla de que hay una reticencia por parte del gremio científico para aceptar el trabajo interdisciplinario y la inclusión de los diseñadores en su ambiente de trabajo. Esta reticencia se ve disminuida a partir de la interacción con los diseñadores, en especial cuando tienen acceso al proceso gráfico y ven parte del producto, al final se apropian del trabajo.

En la siguiente imagen se puede analizar cuál es la postura de cada una de las partes que conforman el trabajo multidisciplinario en esta área.



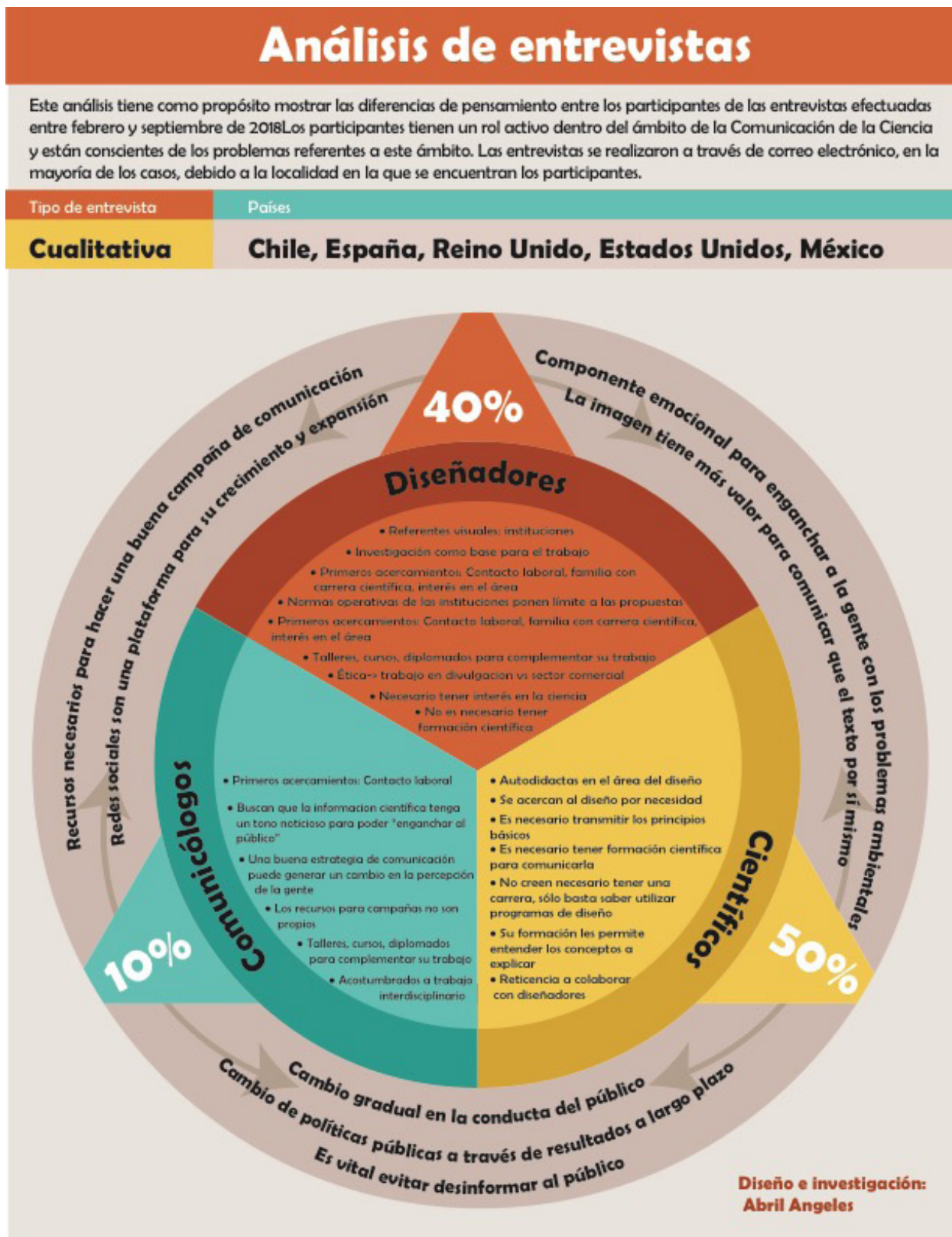


Fig. 10. Análisis de entrevistas

Esta información nos muestra que uno de los grandes retos del Diseño respecto a la Ciencia en el escenario de la comunicación de la ciencia es la falta de conocimiento del segundo grupo respecto a la colaboración que se puede tener para resolver problemas de comunicación visual y, para los diseñadores; cómo funciona la ciencia o su proximidad al Diseño. Es claro que el papel de los diseñadores se ha entendido como un trabajo meramente práctico y con objetivos específicos dadas las principales actividades a las que se dedican, como señala Robert Harland:

Las raíces del diseño gráfico en cuatro actividades muy distintas pero relacionadas: tipografía, ilustración, fotografía e impresión. Cada una de estas actividades tiene su propia historia independiente e interdependiente. Esta interpretación del diseño gráfico, y las definiciones tradicionales extraídas de él, permanecieron intactas hasta principios de la década de 1990; pero desde entonces, una apreciación más amplia del potencial real del sujeto como profesión, campo y disciplina se ha visto limitada por ello.⁷⁵

Esta idea acerca del papel de los diseñadores estaba íntimamente ligada a los procesos de producción impresa, sin embargo han cambiado debido a su yuxtaposición con el desarrollo tecnológico, ahora los conceptos se han modificado debido a que se toma en cuenta que el Diseño es un “proceso unificado de generación de ideas, interpretación de palabras, creación de imágenes y realización de medios para contextos sociales, culturales, industriales y comerciales”⁷⁶ en un ámbito no sólo impreso sino digital.

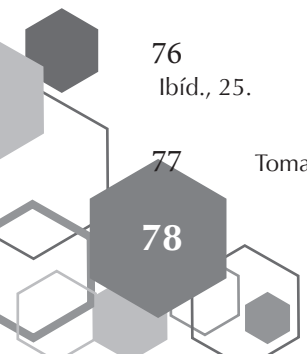
La crisis respecto a la conceptualización del diseño en diferentes ámbitos es un problema generalizado para la exploración de otros ambientes profesionales, en los cuales se entiende el trabajo del diseñador como “un aporte meramente ornamental”⁷⁷, se ha devaluado el concepto



75 Harland, Robert. “The Dimensions of Graphic Design and Its Spheres of Influence”. *Design Issues*: Volume 27, Number 1 Winter 201. Massachusetts Institute of Technology. Pág. 24. Cita original: “...the roots of graphic design in four very distinct but related activities: typography, illustration, photography, and print. Each of these activities has its own independent and interdependent history. This interpretation of graphic design, and the traditional definitions drawn from it, remained intact until the early 1990s⁴; but since then, a wider appreciation of the subject’s real potential as a profession, field, and discipline has been constrained by it.” Traducción propia.

76
Ibíd., 25.

77 Tomado de entrevista con Sujeto 1



de diseño⁷⁸ por las prácticas profesionales en las que se ha caído en los últimos años como indica Tapia:

El diseño tendría que afrontar este escenario (la débil conceptualización de la que habla Margolin, 1989:8) con una revisión conceptual que le permitiera salir de las fronteras en las que generalmente se mueve, ya que los estudios tradicionales están aún anclados en el análisis (y exaltación) de la noción de objeto, de la composición de la forma, y esta debilidad conceptual no le permite proyectarse fuera de sus propios límites.⁷⁹

Esto a través de la devaluación del trabajo de diseño frente al uso indiscriminado de paquetería de software, la falta de profesionalismo de algunos diseñadores y el incremento de aplicaciones que generan gráficos *ready-made* las cuales suponen hacer más fácil la creación de tablas, infografías, posters y demás gráficos, esto aunado a una crisis económica ha propiciado un cambio en cómo se hace diseño.

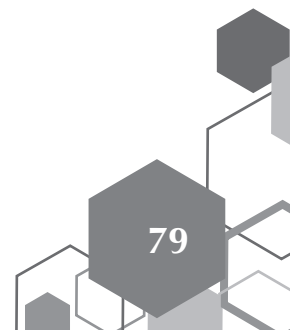
Es necesario reivindicar al Diseño como traductor de la realidad visual para la sociedad puesto que tiene una responsabilidad ante las necesidades comunicativas actuales en las que el cambio constante implica una adaptación a las nuevas estructuras de pensamiento y acción. En el caso de la comunicación de la ciencia, el diseñador fungiría como un regulador pues organiza la información de tal manera que sea legible y, en algunos casos, efectúa un cambio en el comportamiento o percepción de la gente, en palabras de Tapia: “La idea del diseñador gráfico como regulador , es propicia por ello, establece el papel intermediario que juega la comunicación y aclara por qué el diseño no resuelve problemas sociales directamente, sino contribuye a la formación de los juicios con que los problemas son afrontados, acción que es ejercida a partir de sus cualidades discursivas posibles.”⁸⁰

Una propuesta de cambio para este panorama profesional del Diseño dentro de la comunicación de la ciencia requiere primero de un análisis a profundidad del entorno profesional en el que se encuentra a nivel macro y micro, a nivel macro a través de las instituciones que se emite este

78 Bremner, Craig and Rogers, Paul. Design without discipline. *Design Issues*: Volume 29, Number 3 Summer Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2013.

79 Tapia, Alejandro. *El diseño gráfico en el espacio social*. México: Editorial Designio. 2009. Pág 12.

80 *Ibíd.*, 52.



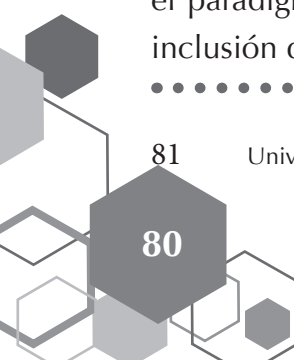
conocimiento científico y partiendo de la idea de Tapia al hablar del diseño como “factor de institucionalización que depende de quien quiere emitir los mensajes (es decir) el diseñador es un mediador entre las instituciones y los auditorios”

Esta propuesta de solución a un nivel macro en México estaría centrada en realizar un diagnóstico de participación de diseñadores en proyectos de comunicación de la ciencia. Se propone un método cuantitativo para saber la cantidad de diseñadores laborando en Instituciones científicas, éstas serían las mismas que se enlistan en el diagnóstico de RedPOP. Una vez que el estudio cuantitativo arroje datos acerca de los profesionales insertos en este campo, se requiere una recopilación de datos a nivel cualitativo para revisar cuáles son las condiciones en las que laboran (o no). Estos datos permitirían diseñar una estrategia para la integración interdisciplinaria entre el Diseño y los investigadores científicos en los diferentes rubros que se mencionaron anteriormente y que lo requieran.

A nivel micro, los Diseñadores y comunicadores visuales desde su formación están condicionados a interactuar o desarrollar sus aptitudes profesionales en los campos que dicta el mercado, especialmente en el área de la publicidad, la inclusión de otros campos de acción para el diseño sería indispensable desde las primeras etapas de formación. Una propuesta de solución para este problema de desconexión entre disciplinas se resolvería en estas primeras etapas, es decir en los estudios de Licenciatura. Se propone actuar desde el marco de la Universidad Nacional Autónoma de México, siendo ésta la fuente de reflexión de este proyecto de investigación y productora del mayor número de publicaciones científicas según University Ranking by Academic Performance⁸¹. Así mismo, se incluyen en esta estrategia específicamente a la Facultad de Artes y Diseño, la Facultad de Estudios Superiores Acatlán y Cuatitlán, todas, al ser parte de la UNAM y al ser sedes de formación de Diseñadores y comunicadores visuales formarían parte de esta estrategia, así como la Facultad de Ciencias y la Facultad de Estudios Superiores Iztacala donde se forman la mayoría de biólogos de la UNAM.

Basándose en el modelo rizomático de Deleuze y Guattari (1972) que defendía un modelo de educación no lineal ni binario sino antijerárquico y horizontal, en esta estrategia se rompe el paradigma del científico como “propietario” del todo el conocimiento y se aboga por la inclusión de otras disciplinas para la comunicación de estos saberes.

81 University Ranking by Academic Performance <https://www.urapcenter.org/>



La estrategia planteada es la siguiente: Creación de un espacio de interacción entre biólogos y diseñadores para trabajar en conjunto y atacar algunos de los problemas enumerados en la agenda ambiental 2030 y definida en los Objetivos de Desarrollo Sustentable descritos por la Organización de Naciones Unidas. Específicamente en los números:

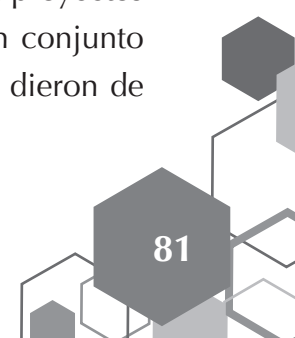
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
- Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
- Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad
-

Creación de proyectos colaborativos en los que se desarrolle material audiovisual con objetivos específicos para cada uno de estos puntos.

La colaboración entre las dos disciplinas se plantea en su etapa formativa pudiendo dejar un legado de participación interdisciplinar.

El diseño; al fungir como traductor de la realidad visual para la sociedad tiene una responsabilidad ante las necesidades comunicativas actuales en las cuales el cambio constante implica una adaptación a los acontecimientos presentes. En el caso de la comunicación de la ciencia, el diseñador será quien organiza la información de tal manera que sea legible y, en algunos casos, efectúa un cambio en el comportamiento o percepción de la gente, en palabras de Tapia: "La idea del diseñador gráfico como regulador, es propicia por ello, establece el papel intermediario que juega la comunicación y aclara por qué el diseño no resuelve problemas sociales directamente, sino contribuye a la formación de los juicios con que los problemas son afrontados, acción que es ejercida a partir de sus cualidades discursivas posibles."⁸² Por eso es que el ejercicio del diseño es aplicable no sólo en el área de comunicación de la ciencia sino en el ámbito político, económico y cultural.

Un ejemplo de colaboración entre diseñadores y científicos se muestra en las siguientes imágenes que ilustran la participación de la autora de esta investigación en diferentes proyectos de comunicación de la ciencia. En algunos casos las colaboraciones se dieron en conjunto con científicos que por su cuenta querían mostrar parte de su trabajo, en otros se dieron de



manera institucional para proyectos de divulgación y otros para proyectos de conservación de la biodiversidad, si bien estas colaboraciones se pueden dar en diferentes ámbitos científicos como las Matemáticas, la Física, etc., la autora ha estado interesada en proyectos ligados a la Biología y Ecología.

TORTUGAS DE AKUMAL

Las tortugas marinas son reptiles adaptados a vivir en el mar, por lo que necesitan salir a tomar aire para respirar.



Aquí encontrarás principalmente la **tortuga verde (Chelonia mydas)** que puede llegar a medir hasta 1.40m y pesar entre 110 y 200 kg.

Los adultos se alimentan de algas y pastos marinos, aunque cuando son jóvenes comen huevos de peces, moluscos, pequeños invertebrados y crustáceos (omnívoras).



Estos increíbles animales llegan a la madurez sexual entre los **20 o 25 años**. Las hembras de las tortugas verdes **depositan entre 60 y 170** huevos, y su incubación va de 48 a 70 días. El sexo de la tortuga se determina por la temperatura del nido; las temperaturas altas producen hembras y las bajas producen machos.

Al nacer, las tortuguitas se dirigen a la luz más brillante, por eso **para que puedan llegar al mar no se recomiendan las luces artificiales o fogatas** en la época de eclosión. Una tortuga recién nacida se puede tardar de 20 a 50 años en regresar al lugar donde nació para depositar sus huevos y solamente **uno de cada 1,000 o 10,000** logra esta hazaña.



Hace algunos años, las tortugas eran muy abundantes, pero actualmente su población **ha disminuido drásticamente** e incluso **muchas poblaciones han desaparecido**.

En Akumal, el nado con tortugas es el principal atractivo turístico y la principal fuente de ingresos para un amplio sector de la población; su **protección y conservación es responsabilidad de todos**, tanto prestadores de servicios como autoridades y visitantes.

¿Qué Podemos Hacer para Ayudar a Salvar a las Tortugas Marinas?

-  Evitar luces artificiales o fogatas por las noches en época de eclosión para que puedan llegar al mar.
-  Proteger sus nidos
-  Reducir la cantidad de basura plástica que producimos.
-  No contaminar sus ecosistemas.
-  Observar el reglamento para el nado con tortugas.



Código de Ética para nado con tortugas

- No utilizar chalecos salvavidas desinflables
- No usar aceites, bloqueadores solares y cualquier otro tipo de productos.
- No perseguir a las tortugas marinas.
- No hacer círculos alrededor de las tortugas marinas.
- No obstaculizar su ruta de nado o vías de escape.
- No tocar, molestar, acosar, retener, dañar o sujetar a las tortugas marinas.
- No alimentarlas.
- No acercarse a menos de tres metros de distancia.
- No extraer ejemplares, partes o derivados de vida silvestre y marina.
- No remover, extraer y/o cortar los pastos marinos.

CONANP
COMISIÓN NACIONAL
DE LOS RECURSOS
BIOLÓGICOS
SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y SEGURIDAD NATURAL
PROCER
"PROTEGIENDO EL PATRIMONIO"

Fotografías: Anverso: Pixabay. Reverso: Sergio Caballero. Diseño: Abril Angeles


Tarjetones para conservación de tortugas en Akumal, Quitana Roo
Fotografía Sergio Caballero
2017
Tiraje 200



Cartel que muestra la diversidad de *Dahlia coccinea Cav* en el Pedregal de San Ángel
Fotografía Biol. Enrique Ortiz
2007
Tiraje 3000

ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Las especies **exóticas** no son plantas o animales raros o poco comunes, sino aquellos que están en un lugar distinto al que viven en forma natural. Son especies **exóticas invasoras** cuando logran reproducirse y establecerse con éxito porque no tienen depredadores, y causan impactos perjudiciales al ambiente, la salud y la economía.



Un ejemplo es el **pez león** o pez escorpión (*Pterois volitans*), que fue transportado del Indo-Pacífico al océano Atlántico por el acuarismo, y es depredador de otros peces en arrecifes como los del Caribe mexicano.

- Área de distribución natural
- Área donde es exótico invasor

¿Qué impactos causan?

Las especies exóticas invasoras provocan problemas que nos cuestan miles de millones de pesos.

Ambientales

- Extinción de plantas y animales nativos
- Pérdida de la biodiversidad
- Deforestación de selvas y bosques
- Erosión de suelos
- Mayor frecuencia e incendios

Salud

- Portan o transmiten enfermedades como:
 - Dengue y chikungunya
 - Fiebre amarilla
 - Peste
 - Meningitis

Económicos


- Pérdida de cosechas
- Transmisión de enfermedades al ganado
- Menor calidad de productos forestales
- Daños a la pesquería
- Altos costos de control y erradicación

¿Cómo llegan?

Debido a **actividades humanas**, de manera **accidental** o **intencional**, por ejemplo:

Transporte

- Agua de lastre que lleva peces y plantas de un océano a otro.
- Dispersión de semillas que se pegan en la ropa o los zapatos de los viajeros.
- Uso de equipo y vehículos para el ecoturismo.



Comercio

- Comercio legal o ilegal de animales.
- Siembra de plantas exóticas para ornato, agricultura o ganadería.

Acciones que perturban el ambiente

- Liberación de animales domésticos a la vida silvestre.
- Liberación de peces en desagües, lagos, ríos o mares.

Especies exóticas invasoras en México

1340	exóticas
674	exóticas invasoras

2ª CAUSA de extinción de especies

¿Cómo solucionamos el problema?

La mejor medida es la **prevención**. Sumemos nuestras acciones a los programas de control y erradicación.

Sé responsable de tus mascotas

- Esterilízalas para evitar la reproducción excesiva.
- No las abandones o liberes en ambientes naturales.

Cuando viajes

- Limpia tu ropa y zapatos si estuviste en el campo o en contacto con animales.
- Evita introducir plantas o alimentos no autorizados por los controles sanitarios.





Cuando siembres plantas

- Usa especies nativas.
- No siembres plantas exóticas en exteriores.


Infórmate

- Consulta el Sistema de Información sobre Especies Invasoras en México de la CONABIO, en: www.biodiversidad.gob.mx/invasoras

En México residen 46 de las 100 especies exóticas invasoras clasificadas como las más dañinas del mundo, por ejemplo:

Lirio acuático <i>Eichhornia crassipes</i> Originario de Sudamérica	Gato doméstico <i>Felis catus</i> Originario de África	Rana toro <i>Rana catesbeiana</i> Originaria del E de Norteamérica	Mosquito tigre <i>Aedes albopictus</i> Originario de Asia	Tilapia <i>Oreochromis mossambicus</i> Originaria de África
 Invierte lagunas y perjudica la biodiversidad nativa.	 Causante de la extinción de aves y roedores en islas.	 Causante de la extinción de anfibios nativos.	 Transmisor de los virus de la chikungunya y el dengue.	 Compete con los peces nativos y provoca cambios en el ecosistema.

Edición, textos y diseño gráfico: Abril Angeles, Gloria Morales y Paulina Trápaga
 Coordinación científica: Clementina Equihua
 Asesoría científica: Jordan Golubov, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
 Karina Boege, Instituto de Ecología, UNAM





Calendario que muestra la diversidad de margaritas y girasoles de la familia *Compositae* en el Pedregal de San Angel
 Fotografía Biol. Enrique Ortíz
 2008
 Tiraje 5000



Las ciencias de la sostenibilidad



DIRECTORIO

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</p> <p>Dr. Enrique Luis Graue Wiechers Rector</p> <p>Dr. Leonardo Lomeli Vaneegas Secretario General</p> <p>Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez Secretario Administrativo</p> <p>Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa Secretario de Desarrollo Institucional</p> <p>Mtro. Javier de la Fuente Hernández Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria</p> <p>Dra. Mónica González Contró Abogada General</p> <p>Dr. William Lee Alaridín Coordinador de la Investigación Científica</p> <p>M. en C. Néstor Enrique Martínez Cristo Director General de Comunicación Social</p>	<p>INSTITUTO DE ECOLOGÍA</p> <p>Dr. Constantino Macías García Director</p> <p>Dr. Juan Enrique Fomoni Agnelli Secretario Académico</p> <p>Ing. Ulises Martínez Aja Secretario Administrativo</p> <p>Dr. Luis Enrique Eguarte Fruns Editor</p> <p>Dra. Clementina Equihua Z. Dra. Laura Espinosa Asuar Asistentes editoriales</p> <p>Lic. Esmeralda Oaxjo Brito Asistente editorial Jr.</p> <p>Dr. Daniel Piñero Dalmaru Dr. Julio Campo Abies Dr. Fernando Álvarez Nigraera Consejo editorial</p> <p>L. D. G. Abril Luz María Ángeles Trujillo Formación y diseño editorial</p>
---	---

OIKOS=, Año 1, No. 22 diciembre 2018 es una publicación cuatrimestral, editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Unidad de Divulgación y Difusión del Instituto de Ecología, Ciudad Universitaria, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, tel. (55)5622-9002, correo electrónico: ecologia@ecologia.unam.mx, <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/>. Editor responsable: Luis Enrique Eguarte Fruns. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-111710202000-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido: en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Grupo Impreso, Domicilio Monrovia 1101 Bis, Portales, Ciudad de México, 03300. Este número se terminó de imprimir el día 30 del mes de septiembre de 2018.

El contenido de los artículos es responsabilidad del autor. El Editor o de la UNAM. Se autoriza la reproducción de los artículos siempre que se cite la fuente y se respeten los derechos de autor.

Distribuido por: Instituto de Ecología, Ciudad U. 04510. Ejemplar gratuito.

Oikos= es financiado en parte por el proyecto P1801-18 de la UNAM.

Diseño de portada: Abril Angeles con fotografías de la UNAM.

22

Oikos=

Del director

Agenda Thunberg

Constantino Macías

This ongoing irresponsible behaviour will no doubt be remembered in history as one of the greatest failures of humankind (Este comportamiento irresponsable actual será sin duda, recordado en la historia como uno de los más grandes fallos de la humanidad).

Greta Thunberg

Eso manifestó una joven en su intervención ante el Parlamento Británico el pasado abril. Parecería extraordinario que el más antiguo parlamento occidental le diera audiencia a una chica de 16 años, sobre todo porque Greta no es un genio artístico o académico, o una atleta consumada. No se trata de una princesa inglesa, o de la heredera de alguna casa real extranjera. Greta ni siquiera es británica. Es una estudiante sueca a la que el acceso a la información, junto con su evidente racionalidad –supongo que nutrida por un sistema educativo sensato– la ha llevado a percibir con claridad cuáles son los riesgos que enfrenta el sistema climático planetario, y cuales las consecuencias que su desajuste, provocado por los humanos, habrá de tener muy pronto.

Greta ha comprendido el llamado de los científicos y ha escuchado la angustia en sus voces; angustia nacida de la certeza de una catástrofe inminente si no tomamos acciones radicales. También ha entendido por qué no las tomamos. En esa misma intervención en Westminster, ella les dijo a los miembros del parlamento “ustedes no escuchan a la ciencia, porque están solamente interesados en soluciones que les permitan seguir en lo suyo como antes”.

Reconocer cuáles son los procesos que nos han puesto en esta ruta de colisión, imaginar acciones efectivas e implementarlas con el concurso de los diferentes actores sociales para corregir el rumbo, es una buena definición de sostenibilidad. Greta Thunberg nos ha indicado con una voz que, sin ser la primera, sí se cuenta entre las más lúcidas y efectivas, una agenda inescapable: las sociedades tenemos que cambiar nuestra conducta pero en particular los políticos y las grandes corporaciones tienen que escuchar a los científicos. No podemos seguir pensando en proyectos de ningún tipo sin cuestionarnos cual será su impacto en el ambiente.

Se trata de una agenda de relevancia global, pero que contiene unas cuantas notas que resuenan con particular agudeza en el México de hoy. En él se ha asomado la tentación de darle la espalda a la ciencia en favor de quehaceres cortoplacistas. Ello nos pone, como especie, en el riesgo de ser más un obstáculo que un promotor de la urgente agenda ambiental. Este número de *Oikos=* nos invita y nos informa sobre diversas maneras de sumarnos a la agenda Thunberg. ☺

Revista *Oikos=*
Instituto de Ecología, UNAM
Mexico
2018-2019

Acanthurus chirurgus, (Bloch, 1787)
Doctorfish tang / Cirujano común

LOCALIZACIÓN

CULTIVO

Largo de reclutamiento St	2670
K St calculada (mm/día)	0.0171
T cul mín (sem)	1
T cul máx (sem)	24

Demanda de acuarios: NULA

Especies similares:

GENERALIDADES

Longitud Max. Lmax (cm)	39.0 TL
Longitud max. Teórica Linf (cm)	40.7
K (1/año)	0.11
Edad max. (años)	142
Mortalidad natural M (1/año)	0.32
Esperanza de vida (años)	25.4
Tiempo generacional (años)	7.3
Edad de primera madurez tm (años)	6.3
L de madurez Lm (cm)	23.3
L max. Rendimiento Lopl (cm)	25.3
Peso máx. (g)	2,056.0 g
Nitrógeno/proteína máx. (g)	57.9/36.9
Grupo reproductivo	sin resguardo
Dispersión de huevo	susurrato
Alimento principal	principalmente plancton/detritus

OCURRENCIA

OCURRENCIA

Abundancia											
En	Fe	Ma	Ab	My	Ju	Jl	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic

FORMA DE LA LARVA

Forma romboid
Mayormente traslucido
Aplanado lateralmente

Día 0

5 mm

Día 01

FORMA ADULTA

Aleta dorsal: continua.
Aleta caudal: truncada con bordes redondeados.
Posición de la boca: terminal.

Día 28

5 mm

Día 56

5 mm

Acanthurus chirurgus, (Bloch, 1787)
Doctorfish tang / Cirujano común

LOCALIZACIÓN

CULTIVO

Largo de reclutamiento St	2670
K St calculada (mm/día)	0.0171
T cul mín (sem)	1
T cul máx (sem)	24

Demanda de acuarios: NULA

Especies similares:

GENERALIDADES

Longitud Max. Lmax (cm)	39.0 TL
Longitud max. Teórica Linf (cm)	40.7
K (1/año)	0.11
Edad max. (años)	142
Mortalidad natural M (1/año)	0.32
Esperanza de vida (años)	25.4
Tiempo generacional (años)	7.3
Edad de primera madurez tm (años)	6.3
L de madurez Lm (cm)	23.3
L max. Rendimiento Lopl (cm)	25.3
Peso máx. (g)	2,056.0 g
Nitrógeno/proteína máx. (g)	57.9/36.9
Grupo reproductivo	sin resguardo
Dispersión de huevo	susurrato
Alimento principal	principalmente plancton/detritus

OCURRENCIA

OCURRENCIA

Abundancia											
En	Fe	Ma	Ab	My	Ju	Jl	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic

FORMA DE LA LARVA

Forma romboid
Mayormente traslucido
Aplanado lateralmente

Día 0

5 mm

Día 01

FORMA ADULTA

Aleta dorsal: continua.
Aleta caudal: truncada con bordes redondeados.
Posición de la boca: terminal.

Día 28

5 mm

Día 56

5 mm

Diseño interior
Guía ilustrada de postlarvas de peces arrecifales de la costa este de México
2017

Hidroides (Cnidaria: Hydrozoa) de ambientes someros del Atlántico mexicano

Sara Ierónimo-Aguilar¹, Nuno Simões² & Gabriel González
 Adscripción 1 Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito Exterior s/n, Coyoacán, Cd. Universitaria, 04510 Ciudad de México;
 2 Programa de Biodiversidad Marina de Yucatán, Unidad Académica Yucatán, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Puerto de Abasco s/n, CP. 97356, Sisal, Yucatán, México. yeronomosa@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Estudio de riqueza específica de invertebrados enfocada a otros taxa.
 Dentro de **Cnidaria**, los corales (**Anthozoa**) son los más estudiados. Otros grupos (**subphylum Medusozoa**) con pocos estudios enfocados

Hay **3,700** especies de hidroides registradas en el mundo

- México (región sur Golfo de México):
- **10 especies** (SNIB, CONABIO)
- **213 especies** (Felder & Comp, 2009)

Principalmente registros de géneros de hidrocócorales (*Milepora* y *Styaster*).
 Los registros de estudios enfocados a hidroides son de más de 60 años y con poca exactitud en la localización de los registros obtenidos.
 Poca conocimiento en composición específica de hidroides en las costas mexicanas del Golfo.
 Falta de certeza en el número de especies.
 Falta de estudios enfocados a conocer esta información.

OBJETIVO

Elaborar un **inventario de especies de hidroides** en diferentes hábitats de regiones someras (<50m) en ambas cuencas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Revisión de registros en bases de datos

Método

Placer oceánico
 Zona costera
 Cauce de panto
 Arroyos de coral
 Arroyos artificiales
 Manglar

Colección de Hidroides
 Muestra de sustrato
 Fotografiada in situ

Fijación
 Formal 4%
 Preservación
 Etanol al 70%

Yema
Cephalopoda
Quelonia
Mollusca

Colección de Hidroides
"Llaves Seguras"
Unidad Académica Sisal

Determinación

Trabajo de laboratorio

Método

Placer oceánico
 Zona costera
 Cauce de panto
 Arroyos de coral
 Arroyos artificiales
 Manglar

Colección de Hidroides
 Muestra de sustrato
 Fotografiada in situ

Fijación
 Formal 4%
 Preservación
 Etanol al 70%

Yema
Cephalopoda
Quelonia
Mollusca

Colección de Hidroides
"Llaves Seguras"
Unidad Académica Sisal

Determinación

Fig. 3 Localización de hidroides.

RESULTADOS

Localidad	Habitat	Nombre	Región	Estado	Profundidad (m)	Fecha	Colectores	Material	Figura
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 1
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 2
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 3
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 4
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 5
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 6
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 7
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 8
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 9
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 10
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 11
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 12
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 13
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 14
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 15
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 16
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 17
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 18
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 19
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 20
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 21
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 22
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 23
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 24
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 25
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 26
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 27
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 28
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 29
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 30
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 31
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 32
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 33
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 34
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 35
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 36
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 37
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 38
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 39
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 40
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 41
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 42
Yucatán	Placer oceánico	<i>Styaster</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 43
Yucatán	Zona costera	<i>Milepora</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 44
Yucatán	Cauce de panto	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 45
Yucatán	Arroyos de coral	<i>Cladonia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 46
Yucatán	Arroyos artificiales	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 47
Yucatán	Manglar	<i>Hydractinia</i>	Caribe	Yucatán	0-5	2018	Yerónimo-Aguilar, Simões, González	Formal 4%, Etanol 70%	Fig. 48

85 especies de hidroides en regiones someras (<50m) en la región del Atlántico mexicano.
 En este trabajo: **39 especies** (17 Anthothecata y 22 Leptothecata).
18 especies (43%) son **NUEVOS REGISTROS** para la región estudiada.
 Golfo de México 39 especies.
 Caribe Mexicano 10 especies.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, V., Mieszkowicz, P. & Tyrone, K. 2018 The Census of Marine Life – evolution of worldwide marine biodiversity research. Marine Biodiversity 41: 545-554.
 Collier, D.R. 1998 Shallow water hydroids of Bermuda. The Alabaster. Royal Ontario Museum, Life Sciences Contributions 468: 302.
 Collier, D.R. 1999 194 Life Sciences Contributions Shallow water hydroids of Bermuda. The Alabaster, exclusive of Plumulariidae. Royal Ontario Museum, Ontario, Canada.
 Collier, D.R. 1999 195 Life Sciences Contributions Shallow water hydroids of Bermuda. Siphonaria. Royal Ontario Museum, Ontario, Canada.
 Collier, D.R. & Cairns, J.D. 2009 Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. In: D. L. Felder & Y. K. Camp (Eds). Gulf of Mexico: Origin, waters, and biota, Volume 1. Biodiversity, Texas A&M University, pp. 319-356.
 CONABIO (2018) Maris mexicanos. 2018. Available from: <http://www.biodiversidad.gob.mx/mar/mar/>.
 CONABIO (2018) Catálogo de Hidroides del Golfo de México desde enero a Mar Caribe. CONABIO. GSA.
 Felder, D.L. & Camp, J.D. 2009 Volume 18 Gulf of Mexico origin, waters, and biota volume 1 Biodiversity, Texas A&M Press, College Station, TX.
 Gates, R. & Lorenz, A. 1994 Biodiversidad de México: Orígenes, Significado e Impactos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 16: 54-103.
 Marques, A.C. & Collins, A.G. 2004 Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. Invertebrate Biology 123: 23-42.
 OBIS 2008 Distribution records of Hydrozoa. OBIS. Available from www.obis.org/ 1 de septiembre de 2010.



Diversidad de Equinodermos (Phylum Echinodermata) en Cayo Arcas, Campeche

Hernández-Díaz Yoalli Quetzalli* 1,2,3; Solís-Marín Francisco Alonso 2; Nuno Simões 3,4

*Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Apdo Post.70-305, México, D. F. 04510, México, D.F. *quetzalli.hernandez@gmail.com
2Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apdo Post.70-305, México, D.F. 04510, México, D.F.
3UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Colón 503 F entre 72 y 62, Col. Centro C.P. 97000, Mérida, Yucatán, México.
4Harte Research Institute, 6300 Ocean Dr, Corpus Christi, TX 78412, E.U.A.

Método
17 muestreos en abril 2016 (14 buceos, 3 esnórquel)
15 muestreos en agosto 2016 (14b, 1e)
9 muestreos en marzo-abril 2017 (buceos)
Ambientes:
Zonas de algas, arrecife coralino, esponjas y arenal.
Profundidades: 0.5 – 35 m

Resultados



554 organismos
47 especies
2 nuevos registros
para el Golfo de México



Echinometra viridis
1 cm



Ophiodesma phoenia
1 cm



Ophiodesma pulchrum
1 cm



Amphiura stimpsonii
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Isostichopus sp.
1 cm



Pseudothyone belli
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm



Ophiodesma robustum
1 cm

Agradecimientos: A la UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias, Sisal. A la Unidad Académica de Yucatán. A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. A la Secretaría de Marina Armada de México. A la Estación de Investigación Oceanográfica Carmen. Al Buque de Investigación Oceanográfica Aves. "Solís-Marín". Al Océano de Investigación Oceanográfica Aves. "Hernández-Díaz" y a toda su tripulación. Agradecemos el financiamiento otorgado para la realización de las expediciones al proyecto CONABIO (INEOSB) y el Harte Research Institute. Todos AQM University at Corpus Christi (USA) TANULCO.

Scientific poster design
IX Mexican Congress of Coral Reefs
Chetumal, Quintana Roo
2017

CRUSTACEANS ASSOCIATED WITH SPONGES

from the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea: a review

Antar Mijall Pérez-Botello*, Diana Ugalde† y Nuno Simões‡,§

*Programa en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito Exterior s/n, Ciudad de México, México; †Instituto de Oceanografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Puerto de Arriaga s/n, CP. 97256, Sisal, Yucatán, México; ‡Programa de Biodiversidad Marina de Yucatán, Unidad Académica Yucatán, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Puerto de Arriaga s/n, CP. 97256, Sisal, Yucatán, México; §Programa de Biodiversidad Marina de Yucatán, Unidad Académica Yucatán, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Puerto de Arriaga s/n, CP. 97256, Sisal, Yucatán, México; §Harte Research Institute, 6300 Ocean Dr, Corpus Christi, TX 78402, U.S.A.

INTRODUCTION

These biological relationships are drivers of biodiversity, and the nature of symbiosis have been recognized as an important speciation mechanism. Sea sponges are a dominant element of this environment that contributes to the vertical complexity and provide a variety of micro-habitats for a myriad of reef species. This role is particularly important in the Gulf of Mexico and Caribbean sea, where sponges provide shelter to several species of crustaceans. Within the sponge-crustacean interactions observed in the region, there is a range of symbiosis specificity, that hasn't yet been fully described. A single sponge can host a single crustacean symbiont or more than one? Symbionts are so specialized that their relationship is exclusive to a single sponge species or, can they colonize multiple sponge species? Or, is the symbiont species an obligate, general, commensalist, facultative, commensalist? For this reason, this review compiles, projects and compares the sponges associated fauna in these two regions.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

OBIS has registered 114 sp. to the North Atlantic, Sponge guide has 222 sp. for the Great Caribbean and CONABIO has 268 sp. for Mexico.

The Caribbean Sea and Gulf of Mexico has 25 sponge, some species are shared between these two regions and others live only in one of them. This sponges are host of 76 and 54 crustaceans respectively. The Symbioses are de genera more and divers and organized, followed by the Palaemonidae, Mesostomatidae, Amphipods and Lyammatidae have a species-specific interaction with some sponges.

The sponge morphology may be playing an important role in the variation of symbionts and could be the one that contributes most variation to the community diversity and the relation specificity. However, the life and evolutionary history of each group should not be ruled out.

In conclusion, with this graphic analysis, we can observe and analyze which crustaceans are generalist in the sponges associated, and which maintains a species-specific relationship. As well as know the importance of each sponge on the symbionts diversity, and what could be a scenario where certain sponge is extinguished.

METHOD

We reviewed 42 studies reporting sponge-crustacean interactions. These studies provide information of (i) host sponge, (ii) crustacean guest, (iii) geographical region (iv) locality, (v) Deep and (vi) sponge morphology. With this information, a database was made which responds to an incidence matrix to create an interaction network.

CARIBBEAN SEA

GULF OF MEXICO

Acknowledgments: Research was funded by the HRI research institute, HRI Quality Foundation, the ESIEM project and a co-sponsorship from the UNAM and the CONACYT. The authors acknowledge to the PhD María Rodríguez, the PhD Eder Gómez and the engineer Miguel Ángel Pérez López for the same way the PhD Carolina Hernández, IFC, Carolina Pérez, José Carlos González, José David, José César Domínguez, at ESIEM from and from research assistant, María Dolores University at Corpus Christi (HRI-TAMUCC) and Harte Charitable Foundation.




Scientific poster design
 The Crustacean Society Mid-Year Meeting
<https://bdmy.org.mx/intercambios/page/4/>
 Barcelona, 2017

The shallow water Anomurans of the southern Gulf of Mexico

Introduction

In the south of the Gulf of Mexico (Mexican side), there are large areas of reefs and coasts that serve as habitats for decapod anomurans. However, the diversity of these animals recorded so far is scarce compared to the north of the Gulf. This is probably due to the little sampling effort and bibliographic review in the southern part of the Gulf, belonging to the Mexican side. This work aims to compile and obtain new information on the distribution of shallow water anomurans found in the southern Gulf of Mexico.




Materials and Methods


Two main sources of information were used, the first one was the Crustaceans Yucatan Collection (UNAM). The animals deposited in this collection were collected in the southern Gulf of Mexico (Arrecife Alacranes National Park, Puerto Progreso, Cayo Arcas and Arrecifes and Sisal beaches, Yucatan). The specimens collected were sedated with clove oil, photographed, preserved in 70% ethanol and identified at the most specific level using the corresponding guides.


The second source was the specialized literature that registers this group within the area. In addition, a search was carried out in biological online databases (OBIS and GBIF).


Results


In the specialized literature, there were 75 species of shallow-water anomurans from the entire southern Gulf of Mexico. In the Crustaceans Yucatan Collection, 35 species were determined (Figure 1). Of these, three were identified as new records for the southern Gulf of Mexico (*Pagurus wassi*, *Nematopaguroides fagei* and *Iridopagurus caribbensis*), one for the entire Gulf (*Pagurus provenzanoi*) and one for science (*Areopaguristes* sp.). In total, 80 species were recorded in the southern Gulf (Table 1).






Cancerata cyanea



Areopaguristes sp.



Pagurus tarraige



Clibanarius antillanus



Clibanarius tricolor



Clibanarius vittatus



Ischyropsis vandermondi



Paguristes andreae



Paguristes grayi



Paguristes provenzanoi



Paguristes serratus



Paguristes carraige



Paguristes wassi



Petrochelone dugesii



Anisopagurus pygmaeus



Iridopagurus caribbensis



Nematopaguroides fagei



Pagurus brevidentatus



Pagurus caribbensis



Pagurus maculigibbus



Pagurus muriei



Pagurus provenzanoi



Pagurus atropisoi

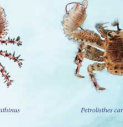

Munidia pusilla



Pictochelone ackisimae



Pictochelone pilosa



Pangopaguristes notoguriei



Petrochelone galathea



Petrochelone caribbensis


Petrochelone jugosa


Petrochelone quadrata


Petrochelone lewini


Emerita spinulosa

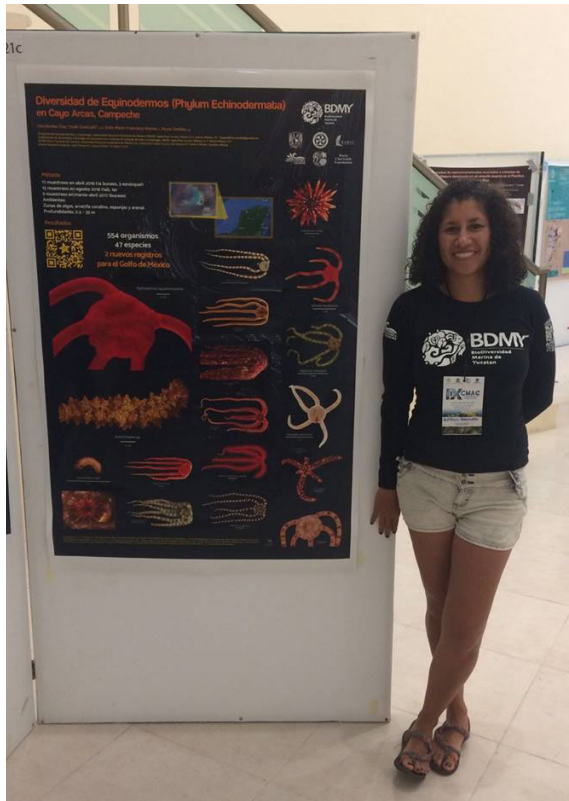

Ligidia benedicti

Digital Poster
<http://bdmy.org.mx/>

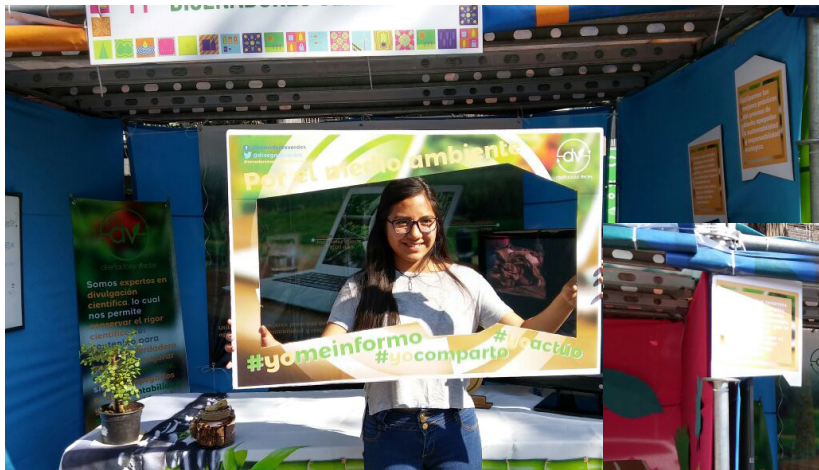
Acknowledgments
To Harte Research Institute (Biodiversity of the southern Gulf of Mexico) UNAM and CONABIO (INEOB) "Actualización del conocimiento de la diversidad de especies de invertebrados marinos bentónicos de aguas someras (súper del Sur del Golfo de México)" for funding for this work. To the MSc. Diana Ugalde, Erain Chavez and Quetzali Hernandez, and to the biologist Juan Duarte for the support in field and laboratory necessary for the accomplishment of this work.

Scientific poster design
The Crustacean Society Mid-Year Meeting
<https://bdmy.org.mx/intercambios/page/4/>
Barcelona, 2017

3. Imágenes digitales que inspiran al cambio en la comunicación de la ciencia



Scientific poster design
IX Mexican Congress of Coral Reefs
Chetumal, Quintana Roo
2017



Diseñadores Verdes
Concept creation, branding, website,
materials for presentation in Ecofest,
presence in social media.
2017

3. Imágenes digitales que inspiran al cambio en la comunicación de la ciencia



Hashtag word cloud
United Downs Deep Geothermal Power
project
Illustration. Mixed media
2019



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES



La comunicación de la ciencia, al ser relativamente una nueva área de investigación y de práctica profesional (en Europa desde el siglo XIX y en México desde la década de 1980) sigue en perfeccionamiento, los modelos de comunicación en los que ha sido analizada permiten interpretar estos cambios y los ámbitos nuevos en los que puede ser desarrollada. Los nuevos medios de comunicación que están siendo analizados para comunicar la ciencia de manera efectiva toman en cuenta ahora a las artes visuales, la poesía, el teatro; sin embargo el Diseño y la comunicación visual queda relegado a un tratamiento meramente técnico y práctico.

Las herramientas tecnológicas y los programas de edición de imagen, audio y video utilizadas en el Diseño parecieran ser la única utilidad que esta disciplina puede ofrecer, como si los profesionales de ésta fueran reemplazables y sustituidos sus dotes intelectuales, investigativos y su responsabilidad social por un ejercicio meramente técnico, parte de este problema es generado por el desconocimiento que se tiene del quehacer del diseñador en diferentes ámbitos alejados de la publicidad y lo estético.

Así, Un hallazgo importante a lo largo del proceso de investigación es la premisa del desconocimiento del Diseño como disciplina para resolver problemas de comunicación en el ámbito científico, el análisis de los problemas internos de la comunicación de la ciencia y el acto de reflexión acerca del papel de los diseñadores en áreas científicas dio como resultado una propuesta para el problema de reconocimiento entre disciplinas, no sólo en el área científica. En primer lugar, el análisis del contexto en el que el diseñador se inserta, puesto que la legitimación de los problemas de Diseño están anclados al reconocimiento interno dentro de la disciplina se requiere un estudio exhaustivo de las prácticas de diseño y de los profesionales, aún cuando organizaciones como A! Diseño en México han hecho estudios de salarios por edad y área, se requiere un análisis más profundo de las áreas en las que los diseñadores tenemos oportunidad de contribuir. Esto nos lleva a una segunda etapa en la que el análisis interno se vea reflejada hacia el exterior de la disciplina para evitar una simple contemplación de la misma, al ser una disciplina que se basa en la producción se puede caer en el caso opuesto.

Lo que se requiere es un trabajo de reflexión activa, es decir, el trabajo intelectual y el saber técnico se complementan para analizar los impactos o la competencia comunicativa de la que habla Tapia (2009) en las interconexiones que tiene el Diseño con otras disciplinas. Así con ese conocimiento se plantea la creación de un área en el Diseño que se dedique a la divulgación de éste para su resignificación como disciplina hacia lo externo: el ámbito social, cultural y profesional.

Una línea de investigación académica derivada de este proyecto de investigación sería implementar estudios teórico-prácticos relacionados a la percepción de estos públicos y posibles colaboradores en el área científica. El Diseño, como disciplina puede utilizar estas técnicas para llegar a públicos a los que no se ha dirigido antes debido a su responsabilidad como comunicador y productor de imágenes, así como una creación de modelos de comunicación propios del Diseño.

La brecha entre la cultura visual, la cultura científica y la cultura del diseño en la comunicación de la ciencia puede ser reducida en la medida que los creadores de estos contenidos tiendan redes de colaboración y se construyan puentes de comunicación entre las disciplinas, incluso desde el mismo proceso de formación de los estudiantes en los estudios universitarios. La creatividad como proceso de resolución de problemas es un punto de inflexión entre las dos áreas, lo que puede generar proyectos de colaboración en torno a la comunicación científica que tengan un resultado tangible respecto a las experiencias que se tienen en el proceso de trabajo actual de la comunidad científica.

Un uso congruente de la información, de la gestión de contenidos, de los medios y las estrategias utilizadas así como la creación de gráficos idóneos para el objetivo que se persigue pueden contribuir a la apropiación del conocimiento científico y en el mejor de los casos a un cambio en la conducta de los usuarios, incluso estas estrategias pueden generar mayores ingresos o apoyos económicos al ganar visibilidad entre la comunidad científica, al mostrarse la importancia de la apropiación de los temas que se comuniquen. Con esta premisa podemos inferir que el uso de las estrategias utilizadas en marketing y la retórica visual del diseño favorece que se mantenga por más tiempo esta información en la memoria de la audiencia.

Habrá que preguntarse por qué las disciplinas se circunscriben a su área de competencia y por qué no diluyen sus límites en pro de un mismo objetivo, en este caso, la Ciencia podría utilizar los métodos que hacen tan exitoso el trabajo del marketing en la publicidad y la creación de imágenes tan ponderosas a través del Diseño, quizá si adelgazaran esos límites se podría constatar la verdadera existencia de la transdisciplina. Igualmente el uso de las estrategias de marketing para el ámbito científico se pueden aplicar al quehacer profesional de los diseñadores para incrementar sus exposición y generar más fuentes de empleo.

Aunque el tema ético en torno al Diseño ha sido abordado de manera somera por algunos autores, el desenvolvimiento del Diseño y comunicación visual en el ambiente comercial y la practicidad perseguida en su quehacer, muestran como casi imposible el cuestionamiento de las razones por las cuales el diseñador ejerce su profesión y los ámbitos en los que se desarrolla. Pocas veces se plantea la trascendencia de la  tica en la práctica profesional del diseñador, ya sea porque el trabajo que realiza requiere un tratamiento inmediato de la información, o bien, por que el diseño está enfocado en resolver problemas de comunicación sin importar cuál sea el ámbito que lo requiera.

Aún así los diseñadores tienen que tener claro que la práctica de su profesión siempre tendrá un impacto en el público al que dirijan sus esfuerzos y que él mismo forma parte de la sociedad. Por lo tanto el diseñador tiene que ser consciente de la responsabilidad que tiene en el desarrollo cultural de su país, así como de las decisiones que toma en cada acción individual. Un ejercicio académico respecto a este tema se plantea como una posible futura reflexión acerca de las decisiones que los diseñadores toman en su quehacer profesional y es una invitación a preguntarse por qué comunicamos lo que comunicamos y si nuestras acciones conllevan decisiones éticas o no.

En el proceso de investigación también se hizo visible el hecho de que los científicos que analizan la comunicación de la ciencia como disciplina han creado grupos de investigación y aplicación de sus teorías, esta tendencia a crear grupos y el análisis del entorno estaría íntimamente ligada al estudio del trabajo de los diseñadores en esta área, sin embargo, el Diseño se toma por una herramienta de producción masiva de imágenes coloridas y bonitas para acompañar los textos científicos, es por esto que veo necesario crear una comunidad de diseñadores que se desarrollen profesionalmente en esta área y se creen redes de apoyo e investigación para Diseñadores que quieran incursionar en esta disciplina.



Es importante recalcar que el ámbito profesional se nutre del ámbito académico y viceversa, en la reflexión de nuestra disciplina podemos encontrar soluciones y tomar acción para mejorar nuestra práctica profesional.





ANEXOS

ANEXO 1



Lista de instituciones participantes del estudio de 2017 de RedPOP contenida en Patiño Barba, Ma. De Lourdes et al. *Diagnóstico de la Divulgación de la Ciencia en América Latina: Una Mirada a la Práctica de Campo*. León, Gto. México: Fibonacci – Innovación y Cultura Científica, A.C., RedPOP, 2017. Pág 138-140

- Aldea Verde Campamento, A.C.
- Centro de Ciencias de Sinaloa
- Centro de Estudios Estratégicos del Bajío
- Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
- Centro Escolar Zamá, S.C.
- Centro Lavín para el Desarrollo de Innovación y Transferencia Tecnológica
- Chip- Ohm
- CINVESTAV – Instituto Politécnico Nacional
- Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
- Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán
- Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero
- Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila
- Dirección General de Divulgación de la Ciencia – Universidad Nacional Autónoma de México
- El Trompo, Museo Interactivo de Tijuana
- Fibonacci Innovación y Cultura Científica, A.C.
- Grupo Quark – Universidad Autónoma de Zacatecas
- Instituto de Ciencias Físicas - Universidad Nacional Autónoma de México
- Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad - Universidad Nacional Autónoma de México
- Instituto de Matemáticas - Universidad Nacional Autónoma de México
- Jardín Botánico Regional de Cadereyta del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
- Kaira por tu Bienestar, A.C.
- MILSET - Movimiento Internacional para el Recreo Científico y Técnico, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
- Museo Interactivo de Economía
- Museo Interactivo Papagayo
- Papalote Museo del Niño
- Planetario de Cajeme “Antonio Sánchez Ibarra”
- Planetario de Morelia “Lic. Felipe Rivera”
- Proyecto CDA
- Proyecto Clips de Divulgación Arqueológica
- REDICIQ - Red para la Divulgación de la Ciencia en Querétaro
- Revista Ciencias, de la Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México
- Sacromonte Ganuc de México S.C.
- Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica – SOMEDICYT, A.C.
- Universidad Autónoma de Querétaro
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí – Campus San Luis Potosí

- Universidad Autónoma de San Luis Potosí – Campus Tamazunchale
- Universidad Nacional Autónoma de México - Campus Morelia
- Universidad Tecnológica de Querétaro
- Zoológico Miguel Álvarez del Toro



ANEXO 2

ENTREVISTAS



Tipo de entrevista

Cualitativas

Reactivos

Las entrevistas cuentan con 15 preguntas para diseñadores y 15 preguntas para científicos, se adaptaron de manera que cada uno pudiera responder desde su área de conocimiento, teniendo en cuenta que los grupos trabajan en comunicación de la ciencia .

Las preguntas formuladas a los diseñadores fueron:

1. ¿Cuál fue la primera impresión que tuviste en la conexión Diseño y Ciencia?
2. A partir de tu experiencia ¿Qué habilidades necesita un diseñador o ilustrador para trabajar en comunicación de la ciencia?
3. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia y los años transcurridos?
4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entendible para las personas o piensas que es necesario tener una formación científica para ello?
5. Si has tenido una formación científica aparte del Diseño por favor indica de qué tipo? (Carrera universitaria, diplomados, cursos, talleres)
6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?
7. ¿Crees que actualmente en México se está haciendo un uso adecuado imagen para la divulgación científica?
8. ¿Crees que el diseñador tiene habilidades como investigador dentro del campo de las ciencias naturales para la comunicación de los riesgos que hay para la biodiversidad y medio ambiente de México?
9. ¿El diseñador, por su formación, está capacitado para realizar un trabajo interdisciplinario en la divulgación?

10. ¿Crees que el diseñador tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?
11. ¿Cuál es el papel social y político del ejercicio profesional del diseñador gráfico en la divulgación?
12. ¿Cuáles son los retos del diseñador en el área de la divulgación de la ciencia?
13. ¿Crees que el trabajo del ilustrador o diseñador en la comunicación de la ciencia puede influenciar a la sociedad a tomar acción respecto a temas de cuidado del medio ambiente?
14. ¿Crees que el trabajo que hace un grupo de comunicadores de la ciencia (científicos, diseñadores, ilustradores, etc.) puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?
15. En una visión general ¿piensas que los científicos tienen consciencia acerca de lo que pueden obtener si trabajan mano a mano con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

Las preguntas formuladas a los científicos fueron:

1. ¿Cuál fue el momento en el que viste posible la conexión Diseño y Ciencia?
2. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia?
3. ¿Qué habilidades necesita un científico para desarrollar habilidades de comunicación visual para la divulgación/difusión de la Ciencia?
4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entendible para las personas?
5. ¿Piensas que es necesario tener una formación artística o en Diseño para este trabajo?
6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?
7. ¿Piensas que actualmente se está haciendo un uso adecuado de la imagen para la divulgación científica?
¿Por qué?
9. ¿Piensas que es necesaria la interdisciplina para lograr éxito en la divulgación científica? ¿Por qué?
10. ¿Crees que la imagen tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?
11. ¿Cuál es el papel social y político del profesional que trabaja en la comunicación de la Ciencia?

12. ¿Crees que el trabajo del comunicador de la Ciencia puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?
13. ¿Cuáles son los retos actuales de la comunicación de la Ciencia?
14. ¿Piensas que los científicos tienen consciencia acerca del potencial que tiene la imagen y el trabajo con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?
15. ¿Cuál es tu prospección de la comunicación de la Ciencia y el uso de la imagen?

Ejemplos de entrevistas:

Rodolfo Pérez Orduña WWF

1. ¿Cuál fue la primera impresión que tuviste en la conexión Diseño y Ciencia?

Probablemente fue mi primer interacción con WWF. Como consultor externo les ayudé a hacer un tríptico sobre la mariposa monarca, fue la primera vez que vi un mapa de la reserva de la mariposa monarca; el folleto tocaba el punto de la deforestación. Mucho antes que eso, había tenido una conexión importante entre el diseño y la cultura y educación: hice mi servicio social en el Antiguo Colegio de San Ildefonso y ahí ayudé a preparar varios materiales de corte pedagógico. Ahí es donde valoré la aplicación del diseño en actividades distintas a la mercadotecnia, la publicidad o la industria editorial. Cuando empecé a colaborar con WWF fue fácil vincularme con los temas, por que ya tenía un interés muy ávido en diseñar para un sector no comercial.

2. A partir de tu experiencia ¿Qué habilidades necesita un diseñador o ilustrador para trabajar en comunicación de la ciencia?

En el diseño, una capacidad muy importante que a mí me facilitó un trabajo continuo en este ámbito fue la comunicación escrita: la ortografía, el leer el contenido de los productos antes de diseñarlos. Sugerir cambios y correcciones, extender la labor más allá del mero diseño es bienvenido; sobre todo en sectores que muchas veces no cuentan con presupuestos para pasar por varias fases de corrección. El hacer observaciones que aporten siempre fue bienvenido. Un diseñador que solo copia y pega deja pasar errores. También algo que fue importante es la capacidad de desempeño en distintas áreas, y la disponibilidad de hacerlo. En ese entonces yo me había especializado en

multimedia y realizaba muchas actividades de programación en mi despacho. Sin embargo, al atender a WWF retomé actividades editoriales. Cuando se dieron cuenta que yo podía realizar un espectro amplio de acciones empezaron a involucrarme más: libro, revista, página web, cuestionarios interactivos, formularios y bases de datos, etc.

Ilustración científica. Cuando llegué a WWF contaban con un ilustrador científico. Yo nunca me he desempeñado en esa área, creo que requiere una gran dedicación y técnica. Es particularmente importante la rigurosidad, creo que es una actividad muy cercana a lo que se puede describir como “académico”. No puedo yo dar muchas referencias al respecto. Te sugiero contactar a Roberto Arreola (rarreola@conabio.gob.mx); él es biólogo de formación, ha tenido mucho contacto con diseñadores y ha hecho ilustración científica (él es quien hacía ilustración cuando yo llegué a WWF); probablemente te puede sugerir algún contacto que de formación venga del área de tu interés.

Ilustración en general: creo que es una herramienta muy valiosa por la flexibilidad que tiene para comunicar. En el caso de WWF, yo la veo como una de las herramientas menos utilizadas y con gran potencial. Varios canales en redes sociales han mostrado su capacidad de comunicar y explicar cosas complejas a través de la ilustración. Es una herramienta singularmente económica a la que se le puede sumar narrativa para volverla aún más efectiva. Mira este ejemplo, no es ciencia, pero es el uso social: https://elpais.com/internacional/2017/09/30/colombia/1506736753_407322.html

3. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia y los años transcurridos?

Las cosas han cambiado mucho: el ecosistema digital permite un mayor alcance, y el número de jugadores que comunican ciencia se multiplica. Las referencias se acumulan y la exposición del usuario se multiplica, lo cuál lo hace muy positivo. Antes la difusión era muy limitada, ahora es necesaria una gran creatividad para buscar hacer relevante el mensaje. Las instituciones y los profesionistas han tenido que salir de ciertas zonas de confort y aprender de nuevo a hacer las cosas: hace unos dos años vi unos materiales de Conabio, entre los que había un cd-rom interactivo. Me preguntaba ¿quién va a ver eso, quién se toma la molestia de usar eso hoy en día? Algunos colegas a los que habían renovado el equipo ya tenían laptops que no contaban con lector de cd-rom. Habría sido interesante saber ¿en quién estaban pensando cuando produjeron un cd-rom en esta época? ¿Era para escuelas? Mi percepción es que era un producto destinado a quedarse en algún cajón.

WWF tenía un programa llamado TRAFFIC, que producía materiales de capacitación para identificación de especies por oficiales aduanales. Incorporaban todos los manuales en CDs. En una ocasión les comenté si no sería mejor crear un repositorio en línea donde la gente los pudiera descargar y entregar a los participantes del taller un USB. Me comentaron que era buena idea, pero los talleres eran en centroamérica, donde aún funcionaba distribuir información en cd-rom. Ellos conocían mejor a su público de lo que yo podía asumir. Pero es responsabilidad del comunicador/diseñador sugerir o cuestionar el medio y canal. ¿Cómo puede ser más efectivo, cuál es la mejor relación costo/beneficio?

El alcance se ha incrementado tremendamente con los canales digitales, pero el reto continua: ¿cómo lograr cambios de hábitos, patrones de consumo y de ahí cambios estructurales en las cadenas productivas que apunten a la sustentabilidad?

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entendible para las personas o piensas que es necesario tener una formación científica para ello?

Pienso que mi formación fue una buena base. La capacidad de autoestudio es pieza clave; así como la capacidad de entender los temas. En mi caso estoy cerca de técnicos especializados en distintos temas (agua, especies, cambio climático) que me explican lo que necesitan que se comunique, mi papel es ayudar a comunicar esos temas y definir cuál es la mejor manera de hacerlo. Pienso que un buen profesional del diseño y de la comunicación, empatado con técnicos, debería bastarse para hacer comunicación de la ciencia; no debería ser necesario que tuviera estudios extras fuera de su campo de acción (a menos que quisiera especializarse e incidir técnicamente). Existe una curva de aprendizaje, que dependiendo de la receptividad o capacidades del comunicador/diseñador, puede ser corta o extremadamente larga. Algunos temas no son fáciles pero un profesionalista competente, con debida dedicación, debería ser capaz de comunicarlos.

El tener el concepto de “ciencia” en un pedestal tal vez genera resistencia o una percepción de que el tema es difícil. Cuando estaba en la universidad, alguna vez nos comentaron que el perfil del estudiante de diseño era el de una persona que evitaba las disciplinas lógico-matemáticas. Esto me parece una afirmación cierta a partir de lo que he visto en mi trayectoria: gente que evita actividades como la programación, complicaciones para hacer cálculos de producción editorial, dificultad (o negación) para aprender a usar aplicaciones que no son de diseño, etc. Y no

son más que habilidades lógico-matemáticas básicas. Creo que si tienes esas bases sólidas, que vienen desde la educación básica, tendrás la capacidad de entender lo que te explica un técnico y poder ayudarlo a comunicar. De lo contrario, puede haber inseguridad. Y esta inseguridad la he visto incluso en gente a nivel de coordinación y dirección; que a veces es traducida en culpar a los técnicos en no poder explicar lo que hacen, pero más bien es la incapacidad de entender los temas (yo le llamo: “no querer entender”).

5. Si has tenido una formación científica aparte del Diseño por favor indica de qué tipo? (Carrera universitaria, diplomados, cursos, talleres)

He participado en algunos talleres internos para entender temas nuevos, incluso para gente que trabaja de manera técnica en la conservación; p.e, uno de adaptación al cambio climático. No ha sido necesario nada formal fuera de mi área, los diplomados que he tomado han sido afines, p.e. de mercadotecnia. En el caso de algunos profesionistas de comunicación si he visto la especialización en temas, p.e, maestrías relacionadas a cambio climático o medio ambiente; lo cuál va bien para un perfil que deba atender medios especializados.

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

Cualquier referente visual es bueno, particularmente si te saca del imaginario de lo que uno entiende que es “divulgación científica”. Checa el ejemplo de “Proteo”, es de lo más interesante y es de los años 80: [https://es.wikipedia.org/wiki/Proteo_\(historieta\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Proteo_(historieta))

Hay un mundo de opciones en materia visual. Y a veces, más que en lo visual, lo que nos ocupa mucho a nosotros en WWF es el tono: ¿cuándo hacerlo muy serio? ¿Cuando comunicar lo más neutro posible? ¿Cómo alzar la voz sin buscar peleas improductivas? ¿cuándo usar el humor? Incluso burlarnos de nosotros mismos puede ser una buena estrategia de divulgación.

7. ¿Crees que actualmente en México se está haciendo un uso adecuado imagen para la divulgación científica?

No me atrevería a decir si es adecuado o no, en el tema de divulgación de ciencia en este país tal vez aún hay mucho que intentar (lo que no quiere decir que debamos ser ingenuamente irresponsables). Creo que hay una gran apertura a usar las herramientas y los lenguajes actuales (p.e, apenas en noviembre 2017 Universum inició una serie de divulgación en youtube, claramente retomando el ritmo y dinámica de perfiles de youtubers (<https://www.>

[youtube.com/watch?v=bdbhZM9M57I](https://www.youtube.com/watch?v=bdbhZM9M57I)). Es un ejemplo de que muchas instituciones buscan explorar cómo extender su alcance. Puede que algunas opciones sean adecuadas o no, enfocaría la discusión a si las instituciones tienen la capacidad y regularidad de evaluar los esfuerzos y dedicarles recursos de largo plazo si el resultado es positivo o tener la capacidad de corregir y recanalizar la inversión si el resultado es negativo. Conabio hizo un esfuerzo grande en comunicación para niños <http://www.paismaravillas.mx>, sería interesante saber si ha habido un trabajo de análisis posterior para definir si fue o no una buena estrategia; que incluya una etapa de actualización a largo plazo.

Las instituciones deberían tener la oportunidad de equivocarse, pues solo así pueden replantear mejor sus esfuerzos en divulgación, pero ¿los presupuestos lo permiten? Una empresa transnacional no solamente tiene presupuesto para equivocarse, tiene presupuesto incluso para ejecutar una campaña de comunicación de crisis si el error es mayúsculo. Muchas instituciones no tienen ese margen.

8. ¿Crees que el diseñador tiene habilidades como investigador dentro del campo de las ciencias naturales para la comunicación de los riesgos que hay para la biodiversidad y medio ambiente de México?

Creo que depende del perfil y los intereses del profesionalista. Respecto a lo que yo entiendo sobre las capacidades básicas de un diseñador, este debería contar con la capacidad para hacer investigación y documentación. Las actividades de desarrollo de identidad suelen requerir investigación; no debería ser muy diferente si existe el interés; además de que uno supondría que un profesionalista promedio obtuvo conocimientos y habilidades básicas en su formación previa a la carrera.

9. ¿El diseñador, por su formación, está capacitado para realizar un trabajo interdisciplinario en la divulgación?

Sin duda. Debería.

10. ¿Crees que el diseñador tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?

Si. La educación es en gran medida comunicación, y el diseño es comunicación visual. Y la imagen es un elemento que facilita el aprendizaje. Otro ejemplo narrativo, basado en la premisa del aprendizaje apoyado por elementos visuales: http://newsok.com/ou-study-shows-graphic-novel-readers-retain-more-information-versus-traditional-textbook-users/article/3748784?custom_click=headlines_widget

11. ¿Cuál es el papel social y político del ejercicio profesional del diseñador gráfico en la divulgación?

Es una pregunta interesante, por que me da la impresión que en general el diseñador originalmente puede tener una motivación principalmente laboral. El tema podría pasar por ¿en qué áreas se desempeña el diseñador? Cuando yo egresé (2001, aprox), el campo de acción más evidente era la publicidad. Incluso a mí un compañero me cuestionó “¿qué vas a hacer si no te gusta la publicidad?”. Yo solo veía en el sector cultural como la opción más viable para mi desempeño profesional, y la veía con muchas limitaciones. Hoy en día es distinto, el panorama es más amplio, y el tercer sector (organizaciones de la sociedad civil) es más visible. Y hay algo más que juega: los canales digitales permiten a muchos diseñadores involucrados en la industria de la mercadotecnia y la publicidad a “salir de su área de influencia” y poder participar de procesos relacionados con lo social y lo político, usando sus canales personales y grupos. Esto les permite poder poner sus reflexiones y producción al servicio de una causa. Concretamente respecto a la divulgación de la ciencia, pienso que es un papel más cerrado aún, pues podría requerir un involucramiento más dedicado, pienso que en ese caso el papel pueda ser un poco limitado aún, vinculado a una relación laboral. Un medio que hace un papel interesante de divulgación es Pictoline; está en su línea editorial; hay que ver a futuro hacia donde gira como negocio.

12. ¿Cuáles son los retos del diseñador en el área de la divulgación de la ciencia?

El mismo reto que plantea su profesión: comunicar de manera clara (gráfica). Algunos aspectos de la ciencia pueden ser complejos, pero hay muchos que son muy atractivos. Diría que el reto no es exclusivo del diseñador, sino de todos los involucrados: el lugar de la ciencia en el país sigue siendo relegado; y eso se refleja en los recursos destinados a su divulgación.

13. ¿Crees que el trabajo del ilustrador o diseñador en la comunicación de la ciencia puede influenciar a la sociedad a tomar acción respecto a temas de cuidado del medio ambiente?

Si, pero el resultado será en el tiempo. Necesita haber una gran regularidad en la comunicación y los mensajes.

14. ¿Crees que el trabajo que hace un grupo de comunicadores de la ciencia (científicos, diseñadores, ilustradores, etc.) puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Si, aunque reitero la respuesta de la pregunta #13, el resultado es de largo plazo. Y sin duda hay otros factores que

pueden afectar positiva o negativamente el resultado, como la pobreza y la desigualdad social. La educación es un arma poderosa, pero hay muchas variables que pueden incidir en la toma de decisiones diarias de las personas. Es de sentido común no tirar las colillas de los cigarrillos a la calle, está dicho hasta el cansancio: y la sociedad no ha terminado de cambiar.

15. En una visión general ¿piensas que los científicos tienen consciencia acerca de lo que pueden obtener si trabajan mano a mano con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

No me atrevería a generalizar. He tenido el privilegio de trabajar con gente técnica que entiende el valor de la comunicación gráfica, e incluso lo estimulan. Pero probablemente aún haya un sector un tanto conservador que lo podría ver como un aporte meramente ornamental.

Tom Cabbott 27 febrero 2018

What was your first thought about the art and science connection? (as a scientist)

As I child I was always fascinated by the natural world ... was quite the budding scientist: collecting weather data, studying nature and animals ... wanted to be a famous scientist. The great science breakthroughs of the last 250 years seemed to me like the greatest adventure. But I was also in love with art and creativity. I studied science to the end of school and went to Oxford University to study Zoology, but changed to Experimental Psychology. Increasingly, and certainly by the end of my university degree, I was more interested in the journey of artistic creation and disillusioned with the modern world of laboratory biological science. But I always believed there was a point of synthesis between the worlds of art and science, where both disciplines could inform and inspire the other. It was always my dream to find a way to combine the two great loves of my life! ;)

How do you get interested in this interdisciplinary work?

I spent from the late 1980s until today mostly working within the book publishing industry: working as an editor and then over the years, increasingly in production, design etc. Over the last 10 years or so, I have worked for myself providing services to other publishers: packaging, they call it. Packaging is where the publisher hands over the completed manuscript and all visual material and I am responsible for editing, designing, laying out, illustrating and producing press-ready files to supply back to the publisher. This suits me as budgets in publishing are not that

great, so if I can provide three or four different functions, I can just about make a living for myself! Because of my background in science I worked on many natural science titles for HarperCollins, with who I built up a strong working relationship. Increasingly I would work on proposed books for the Frankfurt Book Fair and then started to talk about books I might produce myself. Out of those conversations I worked up a proposal for Eureka: An Infographic Guide to Science ... and feedback was positive and I ended up signing a contract with HarperCollins to write and illustrate the book. So it was partially serendipity; partly because infographic books had been selling quite well (so HarperCollins wanted to publish another one); and partly due to my unusual background with artistic skills, book production know-how and a knowledge and understanding of science ... all these factors led to me starting on the book. The actual concept was in many ways the result of my interests on one side; and the publisher wanting a particular kind of book. It was a chimera in a way ... a compromise of ideas.

Your science education is a key role to make the content understandable for people?

I think you would need a science education to know where to start. But I had not studied science for almost 30 years! Things had moved on in many areas ... think what we have discovered in the last 30 year: in fields such as cosmology, physics, genetics, computing etc. So in some ways I was coming back to science like someone new to science too. When I was younger, many of my friends who studied humanities used to enjoy me trying to explain basic science concepts to them ... I tried to channel that feeling when I embarked on the book. Like all creative projects ... I feel that I FAILED ... but hopefully 'failed well' and next time will 'fail better' ;)

Do you think that the designer's work influence the society?

Design is all around and a lot of the good work is almost invisible ... you more notice when it goes wrong, or is hopeless or ugly. Fails to communicate ... is unintelligible. There is a now currently unfashionable way of thinking - that design can be political. Design is seen mostly to be in the employ of capital these day - that good design is all about consumerism. At heart I am an anti-capitalist ... though I love good commercial design like most people do (Ray and Charles Eames, early Jonathan Ive, Corbusier etc. ;)

In terms of education and public information, design can transform the way people are able to relate to, digest and understand important information and concepts. Thoughtful, clear design can transform hard-to-comprehend information/learning into exciting revelation. I still remember the pleasurable fizz and tickle of understanding areas

of science for the first time. Too many school resources are dull, dense and uncondusive to learning

Can a designer (or a group of them) make a social or political change through science communication?

Viz my slightly rambling answer above: Yes, I think is the answer. But it is hard. There are clearly areas of science communication that relate to issues of social equality, politics and public health. It is probably true that it is not in the interest of certain political regimes to educate The People. Anything that makes science more approachable and enticing has to be a good thing. Many people decide at an early stage (aged 12? 13?) the science is boring and unintelligible ... and yet science is changing the world at an extraordinary pace effecting every aspect of our private and public lives. Yes! I think designers and design groups need to take on this challenge!

What are the skills that a designer needs to work in communication of science?

Many of the skills required are those that all designers need in all fields: clarity; the ability to distill the central concepts; and artistic sensibility; a delight in form and colour; combined with intellectual curiosity. But, clearly, a designer working in the field of science needs to combine these creative skills with an ability to understand fundamental scientific concepts, some of which can be quite abstract and intellectually challenging ... and then find a way to communicate ... to *translate* those ideas into a form that people with no science education beyond the age of 12 or 13, can grasp and retain. Metaphor, everyday comparisons obviously play a big role ... all the way from people demonstrating planetary science with basketballs and oranges, to comparing the surface area of the lungs to a tennis court, etc, ;) haha. But I found it really, really hard with certain topics and science disciplines. I was defeated by quantum science for instance! :)

There are other designers interested in communication of science?

Edward Tufte is of course seen as one of the forefathers of modern data infographics

David McCandless, is a generalist but very popular and does handle some science quite well

I must admit, I'm not enormously knowledgeable about what's 'out there' ... beavering away as I am in my studio! ;)

Carmen Luxola 3 febrero 2018

1. ¿Cuál fue la primera impresión que tuviste en la conexión Diseño y Ciencia?

que no es fácil, los científicos consideran que no necesitan a un diseñador, porque piensan que ellos hacen todo y nosotros solo lo dejamos “bonito”, entonces hay que demostrar con hechos que se puede hacer una interdisciplina efectiva, y eso no es tan fácil al inicio, pero cuando al fin se establece comunicación hay un trabajo muy fuerte y con logros asombrosos y estimulantes

2. A partir de tu experiencia ¿Qué habilidades necesita un diseñador o ilustrador para trabajar en comunicación de la ciencia?

El diseñador debe tener interés en investigar, no solo esperar a ver qué información te dan en un archivo word o copias, debe haber ganas de conocer todo lo que se necesita y no solo poner por poner sin saber que se está haciendo

3. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia y los años transcurridos?

me he vuelto más humilde, porque me costaba pensar que tenía que poner tantos datos, saber de temas especializados y aprender a entender a los biólogos para realizar imágenes. Y es que en el diseño e ilustración solo es un plus que la imagen sea estética “bonita”, aquí importa más que la información sea real y fidedigna

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entienda para las personas o piensas que es necesario tener una formación científica para ello?

saber diseño es 1/4 de lo que se tiene que saber para hacer contenido científico, sin embargo, eso no significa que se debe estudiar otra carrera como obligación, pero si es necesario estudiar con base a un método científico, no solo usar fuentes en internet. Hay que ser inquisitivo para comprender el 1/2 del tema científico y 1/4 sobre divulgación científica

5. Si has tenido una formación científica aparte del Diseño por favor indica de qué tipo? (Carrera universitaria, diplomados, cursos, talleres) Para empezar tengo la suerte de tener una hermana bióloga con dos posdoctorados en ciencias y he realizado cursos de toma de datos en campo

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

National Geographic, CONABIO y UNIVERSUM, varios museo de ciencias en Estados Unidos de América

7. ¿Crees que actualmente en México se está haciendo un uso adecuado imagen para la divulgación científica?

Considero que si, ha ido creciendo en la ultima década, gracias a las redes sociales, pero se notan los trabajos cuando los hace un diseñador sin interés en la ciencia, eso se nota mucho

8. ¿Crees que el diseñador tiene habilidades como investigador dentro del campo de las ciencias naturales para la comunicación de los riesgos que hay para la biodiversidad y medio ambiente de México?

La carrera en diseño no obliga lo suficiente a investigar, solo te haces de referencias, por lo tanto cuesta que los diseñadores investiguen, no solo se retroalimenten de recursos gráficos. Pero si hay interés somos capaces de hacer excelentes investigaciones

9. ¿El diseñador, por su formación, está capacitado para realizar un trabajo interdisciplinario en la divulgación?

Lamentablemente por ahora no hay una capacitación como tal, se hace mucho énfasis en la estética del gusto primario durante la formación y aunado a eso, hay muchos que prefieren trabajar solos y que se les guíe y corrija es algo que no a todos les gusta, solo es cuestión de tener una perspectiva diferente para que se logre

10. ¿Crees que el diseñador tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?

El diseñador tiene esa importante herramienta para hacer comunicación y llegar al publico, es algo que nos encanta y sabemos que podemos hacerlo, solo no hay que sobre pasar el conocimiento de los especialistas por sobre la imagen y ego

11. ¿Cuál es el papel social y político del ejercicio profesional del diseñador gráfico en la divulgación?

La preservación con divulgación es un tema joven, que afortunadamente se a vuelto un tema social y político para implementar normas ambientales. El diseñador en general no sabe de esa situación hasta que llega el biólogo y lo hace saber

12. ¿Cuáles son los retos del diseñador en el área de la divulgación de la ciencia?

hay tres retos a mi consideración, 1) que investigue, 2) que sea respetuoso del trabajo en equipo y 3) que tenga gusto por la biodiversidad

13. ¿Crees que el trabajo del ilustrador o diseñador en la comunicación de la ciencia puede influenciar a la sociedad a tomar acción respecto a temas de cuidado del medio ambiente?

definitivamente, el diseño tiene la intención de hacer empatía con el público, sin embargo, el trabajo es multidisciplinario así que el diseñador tiene un 50% del crédito y el otro el investigador o Institución

14. ¿Crees que el trabajo que hace un grupo de comunicadores de la ciencia (científicos, diseñadores, ilustradores, etc.) puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Un cambio tan grande lo inicia el científico, lo estimula el diseñador y lo esparce el público, por lo tanto la sociedad es la que deja ver el cambio real, pero el diseño hace visible el punto de origen de la idea, más no la acción como tal para hacer un cambio

15. En una visión general ¿piensas que los científicos tienen consciencia acerca de lo que pueden obtener si trabajan mano a mano con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

La gráfica que hay en el medio científico es muy cuadrada, poco propositiva y es por eso que se han acostumbrado a esa estética, pero me ha tocado hacer propuestas de diseño que han sido muy bien aceptadas por los científicos, es por eso que el logro empieza mostrando resultados y hacer evidente la diferencia tan grande que hay cuando no hay diseño e ilustración de por medio

Annabel Romero

Bióloga

1. ¿Cuál fue el momento en el que viste posible la conexión Diseño y Ciencia?

Desde que era chica tuve la curiosidad hacia la ciencia lo que me impulsó hacia mi actual carrera científica. Hace unos 3 años comencé a pintar con acuarelas como un hobby pero durante el primer año no pintaba temas científicos.

Sin embargo, durante la preparación de mi manuscrito para publicación en una revista científica necesitaba de

ciertos esquemas que me ayudarán a explicar mi proyecto científico. Desde entonces, decidí usar la acuarela con toques digitales para expresar ideas científicas.

2. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia?

Desde que empecé a hacer infograficos e imágenes científicas con acuarela, cambio mi perspectiva de cómo la ciencia y el arte interactúan. Siempre lo vemos como entidades separadas pero ambas son formas tan exquisitas y perfeccionistas de expresar ideas que tienen más en común de lo que imaginamos.

3. ¿Qué habilidades necesita un científico para desarrollar habilidades de comunicación visual para la divulgación/difusión de la Ciencia?

Primeramente se necesita el orden básico de las ideas mediante el método científico para plantear una hipótesis o preguntas que se desean estudiar. Por otra parte, es fundamental eliminar términos específicos y lograr imágenes que hagan una síntesis del tema a divulgar, muchas veces incluir muchos detalles de un tema dificultan su divulgación. La idea principal es transmitir el principio básico.

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entendible para las personas?

En parte si, gracias a mi formación puedo entender con cierta facilidad los temas científicos y digerir la información. Sin embargo, creo que uno como científico necesita entrenamiento adicional para transformar todos los detalles de un tema en algo digerible para el público en general. En mi caso, la práctica ha ido ayudando a facilitar mi habilidad para la divulgación científica.

5. ¿Piensas que es necesario tener una formación artística o en Diseño para este trabajo?

En mi caso no cuento con una formación artística o de diseño pero tome una ruta autodidacta para tener cierta educación en las artes y el diseño.

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

En mi caso particular la naturaleza es mi referente visual. Para mi la naturaleza: plantas, animales, células, proteínas, etc. son ya una pieza de arte por lo que es casi imposible no usarlos como inspiración y referencia para mis imágenes.

7. ¿Piensas que actualmente se está haciendo un uso adecuado de la imagen para la divulgación científica? ¿Por qué?
Últimamente ha habido una explosión de infograficos científicos tratando de sintetizar temas complejos para explicar ciencia para todos, creo esto seguirá incrementando ayudando a la divulgación con algo más que palabras y escritos para la divulgación.

9. ¿Piensas que es necesaria la interdisciplina para lograr éxito en la divulgación científica?¿Por qué?

La interdisciplina es necesaria no solo para la divulgación si no para la ciencia misma ya que para abordar un tema de estudio se necesitan varias perspectivas, léase conocimiento desde diferentes puntos de vista (matemático, químicos, biológico, artístico, etc.) para poder tener un estudio sólido.

10. ¿Crees que la imagen tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?
Si, es bien sabido que una imagen vale más que mil palabras. Es una manera sencilla de comunicar cualquier idea.

11. ¿Cuál es el papel social y político del profesional que trabaja en la comunicación de la Ciencia?

Pienso que principalmente tiene el papel de asegurarse que la divulgación de la ciencia sea precisa y que a pesar de que la información sea digerida y sin tanto detalle no se trastorne en ideas que sean erróneas y pierdan el sentido de la idea principal.

12. ¿Crees que el trabajo del comunicador de la Ciencia puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Por supuesto, ya que promueve la educación científica para cualquier persona lo cual ayuda a que la sociedad tenga la mente abierta para adaptarse a nuevas tecnologías y descubrimientos.

13. ¿Cuáles son los retos actuales de la comunicación de la Ciencia?

El principal reto es comunicar la información lo más precisa posible sin entrar en tanto detalle, por ejemplo informar de un nuevo descubrimiento científico sin escalar los usos potenciales del descubrimiento a algo que no es real, es decir evitar noticias “sensacionalistas” como ejemplo cuando dicen que se clonara a un humano cuando solo se ha visto en células.

14. ¿Piensas que los científicos tienen consciencia acerca del potencial que tiene la imagen y el trabajo con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

Sí, desde los ya clásicos libros de texto a los artículos en revistas científicas, siempre ha habido una relación cercana entre ilustradores con los científicos.

15. ¿Cuál es tu proyección de la comunicación de la Ciencia y el uso de la imagen?

Siento que seguirá en crecimiento y las redes sociales jugarán un papel importante para divulgar imágenes científicas poniendo el conocimiento al alcance de todos.

Pelo Pantón 13 de Julio 2018

1. ¿Cuál fue el momento en el que viste posible la conexión Diseño y Ciencia?

En el año 2007 llegué a Barcelona por trabajo y aproveché esa estancia para estudiar y ponerme al día con el diseño gráfico. En mi grupo de amigos y conocidos había varios científicos que estaban realizando sus tesis doctorales, para las cuales debían maquetar textos, diseñar gráficas y pósters, etc. Mi compañera Ana Bonilla, con quien fundé Pelopantón en 2010, y yo decidimos ayudarles con el diseño y maquetación, para hacer más accesible y comprensible sus investigaciones para un público no especializado, pero sin perder rigor científico. Tras el éxito del resultado nos animaron a crear nuestra propia empresa para hacer una divulgación creativa de la ciencia, ahí nos dimos cuenta que la ciencia con un diseño creativo ayudaba a llegar a más gente y de una manera más amena.

2. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia?

A pesar de haber estudiado ciencia en secundaria, mi visión de la ciencia en la época que fundamos Pelopantón era parecida a la de la sociedad en España por aquel entonces, que la ciencia era algo exclusivo para científicos, algo hermético casi mágico que no estaba al alcance de los no iniciados. Algo en lo que debíamos creer sin más, pero estaba equivocado, si la ciencia no llega a la sociedad de una forma comprensible, dando a conocer sus avances y beneficios sociales, la propia sociedad acaba dando la espalda a los científicos recortando financiación y ayudas. La Unión Europea ya había detectado este problema y en 2014 lanzó el proyecto “Horizonte 2020” el mayor programa

de investigación e innovación en la Unión Europea con un presupuesto de casi 80 mil millones de euros hasta 2020, dotando de una gran importancia a la divulgación de los proyectos, la cual era obligatoria para poder recibir fondos.

3. ¿Qué habilidades necesita un científico para desarrollar habilidades de comunicación visual para la divulgación/difusión de la Ciencia?

Hoy en día un científico sólo necesita tener ganas y suficiente motivación para querer divulgar ciencia ya que hay infinidad de herramientas gratuitas y de fácil manejo para poder hacer una correcta difusión de su trabajo. De hecho la gran mayoría de los jóvenes científicos españoles que conozco ya hacen una divulgación activa y creativa de sus investigaciones a través de diferentes medios como youtube, revistas, podcasts, monólogos, etc.

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entienda para las personas?

Sin duda, mi educación durante la secundaria estaba orientada hacia la ciencia, aunque en los últimos años me fui inclinando por las artes y esa fue mi elección final para la universidad. Pero la verdadera clave para divulgar con pasión es la curiosidad, cuando tengo que hacer un trabajo de divulgación me gusta empaparme bien del tema que voy a tratar y trato de comprender y emocionarme, porque si algo no te llega a crear curiosidad no serás capaz de transmitirlo con emoción.

5. ¿Piensas que es necesario tener una formación artística o en Diseño para este trabajo?

Sí, aunque no es necesario realizar una licenciatura o diplomatura, creo que es básico formarse en temas de diseño para tener unos conocimientos de composición, teoría del color, tipografías, etc. que ayuden a transmitir la idea que queremos. Sin estos conocimientos, podemos obtener el resultado opuesto a nuestros objetivos, un mal diseño con caos tipográfico, colores mal seleccionados, fotografías de mala calidad, puede hacer que aunque el trabajo investigado sea muy interesante en principio, nadie se sienta atraído o interesado.

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

Hay muchos diseñadores haciendo muy buena divulgación científica como por ejemplo en la Revista Principia, en Mola Saber de Carlos Pazos, en Wirdou de Pablo Bustos, o el infografista gallego Alvaro Valiño que ha diseñado varias infografías para la revista Science.

7. ¿Piensas que actualmente se está haciendo un uso adecuado de la imagen para la divulgación científica? ¿Por qué? Actualmente en España creo que se están haciendo bastante bien las cosas, hemos pasado de la época en la que los naturalistas o los propios científicos hacían sus ilustraciones científicas, sólo para incluir en sus textos e investigaciones, a tener una gran cantidad de artistas, ilustradores y diseñadores haciendo ilustración científica con el único objetivo de divulgar y llegar al público en general. Gracias a proyectos como el de Ilustraciencia que lleva desde 2009 impulsando la ilustración científica y realizando exposiciones colectivas itinerantes por toda España, la imagen y la divulgación de la ciencia están llegando a museos y salas de exposiciones de todo el estado, algo que antes quedaba reservado únicamente a gabinetes científicos o archivos inaccesibles al público no especializado. Esto está ayudando a fomentar muchas nuevas vocaciones científico-artísticas.

9. ¿Piensas que es necesaria la interdisciplina para lograr éxito en la divulgación científica? ¿Por qué?

Yo no diría que es necesaria, cada proyecto de investigación es único y tiene sus formas correctas para divulgarlo, pero es cierto que en muchos casos la interdisciplinariedad ayuda al éxito en la comunicación de un proyecto ya que llega a muchos más sectores de la sociedad, que por razones de edad, sexo o condición social quedarían excluidos en un tipo de comunicación más puntual.

10. ¿Crees que la imagen tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?

Por supuesto, la imagen es la primera impresión y la más potente que vamos a tener de un tema científico, las revistas especializadas (Science, Nature, etc...) y medios de comunicación lo saben muy bien y cada vez recurren más a artistas y diseñadores gráficos para conseguir una imagen potente con la que conseguir atraer la atención de colegas y público en general. El éxito de esta simbiosis puede llevar a un aumento del presupuesto en las investigaciones de un investigador y a la apropiación de ese conocimiento científico por parte de la sociedad. Un ejemplo de lo que comento me sucedió en 2014 cuando el Investigador español Carles Lalueza-Fox del CSIC me encargó el retrato robot de un hombre del mesolítico, cuyos restos fueron encontrados en España y el retrato de este hombre se hizo viral en medios de comunicación y redes sociales de todo el mundo.

11. ¿Cuál es el papel social y político del profesional que trabaja en la comunicación de la Ciencia?

El papel del comunicador de ciencia es fundamental para que el trabajo de los investigadores llegue correctamente a la sociedad y cree un impacto positivo en esta. Ese impacto es fundamental para que los partidos políticos, fundaciones y todo tipo de organizaciones, tengan una actitud igualmente positiva a la hora de hacer los presupuestos de un país de cara a gobernar e incluir un presupuesto suficiente en I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación). Esta inversión se debería traducir en una sociedad más avanzada, con mejores servicios públicos, mejor sanidad, transportes, alimentación, biodiversidad, etc.

12. ¿Crees que el trabajo del comunicador de la Ciencia puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Sin duda, hoy día periodistas, diseñadores y todos los que nos dedicamos a dar a conocer los avances en ciencia y tecnología lo hacemos con el objetivo de dotar de más conocimiento y capacidad crítica a la sociedad. Una sociedad bien informada y curiosa es una sociedad a la que es más difícil engañar y aplicar medidas injustas, pero también es una sociedad que entenderá y se implicará activamente en la distribución de sus impuestos, la conservación de la biodiversidad, el respeto por los derechos humanos, etc.

13. ¿Cuáles son los retos actuales de la comunicación de la Ciencia?

Cada país tiene los suyos propios, en España donde trabajo, el principal reto es conseguir comunicar bien la ciencia para que llegue a la sociedad y comprendan la importancia de esta para el desarrollo social y económico, para que se produzca una mayor inversión en I+D+i.

Difundir correcta y atractivamente las investigaciones científicas entre el público en general y promover su aparición en los diferentes medios de comunicación es el camino para conseguirlo.

14. ¿Piensas que los científicos tienen consciencia acerca del potencial que tiene la imagen y el trabajo con diseñadores e ilustradores, para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

Actualmente sin duda, las nuevas generaciones de científicos lo tienen muy claro y muchos de ellos son grandes divulgadores de ciencia, usando redes sociales, blogs, acudiendo a medios de comunicación o profesionales del diseño gráfico cuando tienen que comunicar algo importante.

Por suerte van quedando atrás las actitudes cerradas de algunos científicos que mantenían en secreto sus investigaciones y conclusiones, quizás por miedo a ser juzgados por una parte de la sociedad conservadora o por sus propios colegas

de profesión. Aún se encuentran algunos de estos científicos hoy en activo, que obligados por sus centros a hacer divulgación activa de sus investigaciones lo hacen con desagrado. Pero como dije antes, las cosas están cambiando muy rápido y hoy en día el tándem investigador-diseñador gráfico es una realidad y esta simbiosis está dando resultados muy positivos en la percepción de la ciencia por parte de la sociedad.

15. ¿Cuál es tu prospección de la comunicación de la Ciencia y el uso de la imagen?

La imagen y la comunicación científica van a ir cada vez más de la mano en el futuro, ya se ve una tendencia al alza en la aparición de revistas, blogs, museos, etc, especializados en temas científicos y las nuevas generaciones están cada día más interesadas en la ciencia, pues a la vez a que van apareciendo nuevos descubrimientos sobre física, astronomía, medicina, surgen nuevas preguntas, retos y un interés creciente. Creo que la sociedad del siglo XXI dejará atrás los miedos y recelos que ha tenido hacia la ciencia y el conocimiento y demandará y consumirá activamente revistas, podcast, cine o literatura científica.

Fernando Baptista 28 enero 2018

1. a) ¿Cuál fue la primera impresión que tuviste en la conexión arte/diseño y ciencia?

Me pareció una conexión muy interesante y útil, el poder usar las herramientas visuales para poder explicar la ciencia. b) ¿cómo ha cambiado tu visión a partir de tu experiencia y los años transcurridos?

Mi visión sigue siendo muy positiva, la infografía ha madurado y ahora hay muchos recursos infográficos para contar historias. El formato digital: animaciones, videos e interactivos quizás sean los que más han cambiado y siguen evolucionando siguiendo el patrón de lectura de los lectores.

2. A partir de tu experiencia ¿Qué habilidades necesita un diseñador o ilustrador para trabajar en comunicación de la ciencia?

Lo primero es tener esa curiosidad esas ganas de entender la ciencia, que no es sencilla.... dedicarle ese tiempo de investigación, de trabajo con los expertos para poder transmitir visualizaciones con infográficos. Para mí es una cuestión de balance entre información, diseño e ilustración.

3. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entienda para las personas o piensas que es necesario tener una formación científica para ello?

No creo que sea necesario al 100% el tener una formación científica, desde luego te puede ayudar, pero creo que más que nada te tiene que gustar la ciencia. Si tienes interés en la materia dedicarías tiempo a entenderla y trataras de buscar un planteamiento infográfico que la explique.

En mi caso estudié Bellas Artes, pero siempre me ha gustado la ciencia, la arqueología, la biología... disfruto mucho investigando y en ocasiones viajando a los sitios para encontrarme con expertos, Jerusalén, el Amazonas, Perú, Alemania... el encontrarte con los expertos en el sitio y que te expliquen de primera mano, in situ, es algo impagable y enriquecedor.

4. ¿Crees que el trabajo del ilustrador o diseñador en la comunicación de la ciencia puede influenciar a la sociedad a tomar acción respecto a temas de cuidado del medio ambiente?

Sin duda sí que puede acercar de una forma más sencilla y rápida los datos o conclusiones, o explicar los procesos. Cambio climático, el impacto humano en los ecosistemas, el status de las diferentes especies de animales y muchos más temas, son más difíciles de entenderse sin un gráfico.

5. ¿Crees que el trabajo que hace un grupo de comunicadores de la ciencia (científicos, diseñadores, ilustradores, etc.) puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Las cifras pueden concienciar mucho a la gente, como está cambiando la temperatura del planeta, en qué zonas, el deshielo... casi todo se puede explicar en infográficos de una forma sencilla de entender. Cuanta más gente entienda el problema, más posibilidades de cambiarlo.

6. En una visión general ¿piensas que los científicos tienen consciencia acerca de lo que pueden obtener si trabajan mano a mano con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

Mi experiencia con los científicos ha sido generalmente muy positiva. En ocasiones son reticentes, ya que no conocen el resultado ni el proceso, pero según se va planteando el gráfico, seleccionando la información y se ven envueltos totalmente en la realización, la implicación es total. En muchos casos nos piden los gráficos para uso personal.

7. En tu última visita a México ¿cuál fue tu impresión respecto al uso de la infografía?

México ha tenido siempre una presencia muy fuerte en infografía periodística, la que más conozco. Los infografistas mexicanos tienen un gran nivel y pasión.

8. ¿Cuál es tu proyección respecto a la infografía?

El futuro de la infografía creo que es muy prometedor, la gente tiene menos tiempo, y mas dispersion a la hora de buscar informacion, hay tanta.... con los infograficos, se enfocan las ideas y se leen de una manera sencilla y rapida. Un grafico para formato papel o digital, contine muchisima informacion y puede ser muy atractivo, con lo cual llamara la atencion de los lectores. Y normalmente los estudios dicen que la informacion visual se recuerda mas que la escrita.

Felipe Serrano 3 abril 2018

1. ¿Cuál fue el momento en el que viste posible la conexión Diseño y Ciencia?

Probablemente fue un hecho un poco fortuito. Siempre he trabajado en investigación, pero la forma en que tomo apuntes y el uso de estrategias gráficas para hacer los esquemas me ayudaban a simplificar ideas y conceptos, pero todo ello estaba relacionado con investigación y el uso del diseño era bastante limitado. Sin embargo, durante Marzo del 2012 asistí a un curso en Argentina de neurociencia y dentro de ese curso recupere las nociones básicas de dibujo a la hora de tomar apuntes. Esto le llamo la atención a mis compañeros de curso por lo que me pidieron que hiciese el logo para la camisa de dicho curso. Fue en ese momento que comencé a conectar la ilustración, diseño y ciencia. Desde ahí comencé a realizar trabajos esporádicos en el laboratorio para trabajos muy particulares y desde ahí empecé a escalar en trabajos para más profesores.

2. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia?

Ha cambiado en un 100%. Considerar el uso del diseño en ciencia tiene un sinnúmero de herramientas para potenciar la forma en que se puede transmitir un resultado, gráfico o mensaje. Por ejemplo el uso del color, la tipografía, el tipo de ilustración, el tipo de diseño, si es animado o no, si va dentro de un libro y bajo que tipos de estilos editoriales puede aplicarse éste, etc. Es demasiado amplio el espectro de posibilidades en la cual, la ciencia puede potenciar su mensaje. Incluso, el mismo trabajo gráfico es capaz de generar una retroalimentación positiva en el investigador, ya que el hecho de hacer participar a un científico dentro de su propio trabajo abre preguntas en los detalles donde se va creando la ilustración, y estos mismos detalles que se transforman en preguntas, terminan siendo investigadas. Por ello, la misma ilustración es capaz de ayudar al investigador no solo apoyando su trabajo, sino que generando una colaboración con potenciales propuestas a futuro. (te adjunto link de un paper de nature

donde se habla de esto <https://www.nature.com/nature/journal/v534/n7606/full/nj7606-285a.html>)

3. ¿Qué habilidades necesita un científico para desarrollar habilidades de comunicación visual para la divulgación/difusión de la Ciencia?

Opino que las habilidades necesarias podría dividirlos en 2 conceptos claves. El primero es la formación científica, la cual no solo basta con el título profesional de una carrera científica, sino que necesitas estar dentro de un laboratorio, haber investigado, publicado, etc. Todo esto con el fin de poder entender cual es la mecánica de trabajo de un científico, los tiempos de trabajo, la intensidad con la que se investiga y cuales son las necesidades claves que necesita un científico para poder colaborar con uno. Con esto claro, más los conocimientos científicos formados, uno puede desarrollar nuevas habilidades en torno a la comunicación y divulgación.

El segundo concepto clave, es ver en que eres potencialmente bueno. Por ejemplo, amigos y colegas que redactaban o escribían bastantes informes y publicaciones científicas tienen la habilidad de redactar de una manera clara y concisa. Además, con el pasar del tiempo van tomando cursos en redacción para pulir mejor sus habilidades y escribir cada vez de una forma clara y fácil de entender. Probablemente es una evolución de las habilidades desarrolladas en el laboratorio. En mi caso siempre hago bosquejos de todo, antiguamente de mis experimentos en el laboratorio y posteriormente de ideas o conceptos para los mecanismos que quería entender. Con el pasar del tiempo, basándome en el autoaprendizaje me desarrollé con illustrator, una pieza clave en mi formación. Esto permitió que a medida que aprendía a dibujar iba agregando nuevos conceptos que facilitaban mi entendimiento y ayudaban a mejorar la calidad de los dibujos. Posterior a eso, comencé a salir un poco del esquema de la ilustración científica convencional y probé haciendo infografías para público general. Honestamente, creo que todo es un gran laboratorio donde vas realizando ensayos y errores, y mediante ese aprendizaje vas preparando nuevas recetas gráficas.

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entendible para las personas?

Es mas que necesario tener una formación científica para poder ver que detalles son los realmente importantes. Sin embargo, necesitas esa habilidad de poder abstraerte un poco del concepto para poder dejar una idea clara y no tan compleja de lo que deseas transmitir. En esa clave entra el diseño, ya que puedes destacar cual es la idea central del

mensaje con color, tipografías, etc.

5. ¿Piensas que es necesario tener una formación artística o en Diseño para este trabajo?

Probablemente también necesitas una formación que puedes ir cultivando en el tiempo. Hay científicos que tienen esa veta artística pero que nunca explotan. Siento que las habilidades se van abriendo en el camino a medida que sigas indagando con paciencia y tiempo.

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

Desde el punto de vista gráfico mis referentes son ilustraciones de Ernst Haeckel, Alexander von Humboldt, David Goodsell. Desde el punto de vista de la comunicación son Carl Sagan y Ernesto Sabato.

7. ¿Piensas que actualmente se está haciendo un uso adecuado de la imagen para la divulgación científica? ¿Por qué?

Creo que existe un grupo emergente que utiliza muy buenos recursos gráficos para expresar sus propuestas. Con ello, han llegado a un público masivo cada vez mas interesado en la ciencia. Por ejemplo, la variada gama de recursos gráficos ofrecidos por pictoline o el material audiovisual kurzgesagt son estéticamente atractivos y captan el interés del público inmediatamente. Sin embargo, se podría sacar mucho más provecho a la imagen, es decir, resultados científicos obtenidos en el laboratorio (ya sean mediante telescopios, microscopios, inmunofluorescencia, etc). Esto se podría obtener mediante colaboraciones con laboratorios o universidades, en la que nos podrían entregar este material e insertarlo en infografías para presentar un contenido relevante de interés social.

9. ¿Piensas que es necesaria la interdisciplina para lograr éxito en la divulgación científica? ¿Por qué?

Definitivamente es necesaria. Las áreas no pueden pertenecer separadas, sino que tienen que complementarse y una aprender de la otra. Respecto a eso, la forma de preparar el contenido, pulirlo, "simplificarlo" y prepararlo para un público objetivo depende 100% del diseño, mientras que la ciencia debe generar conocimiento. Para llevar a cabo dicho proceso creativo, es necesario tener científicos que sirvan de puente entre estas 2 áreas, ya que sería la forma en que se podría explicar o desarrollar un proyecto evitando así errores conceptuales.

10. ¿Crees que la imagen tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?

Por supuesto, una imagen puede desencadenar respuestas tanto físicas como emocionales. Por ejemplo, cuando comparto con colegas y amigos materiales gráfico disponible ya sea de publicaciones científicas, se da la tendencia que puede ser obras de arte, pero no, son resultados de laboratorios. Este es el caso de la técnica denominada “brainbow”, la cual es una técnica de marcaje mediante inmunofluorescencia de varias células en una muestra. En este caso, las neuronas del cerebro son “etiquetadas” con distintos colores dando un efecto más bien de un cuadro artístico salido de algún museo (adjunto imagen).

Brainbow (hipocampo de raton)

Por otro lado, las imágenes obtenidas por la sonda Juno sobre Jupiter o la sonda Cassini acerca de el polo norte con su patrón hexagonal de Saturno o bien una de sus lunas (Titan) son obras maestras que llegan al limite de la imaginación de la mente humana. Si estas imágenes fuesen más divulgadas, la sociedad respondería de una forma mucho más activa al conocimiento científico.

Color norte de Saturno (Sonda Cassini)

Polo norte de Jupiter (Sonda Juno)

11. ¿Cuál es el papel social y político del profesional que trabaja en la comunicación de la Ciencia?

El papel social y político de la comunicación científica es buscar transmitir la verdad y el libre conocimiento. Por un lado opino que la ciencia utiliza la razón en su maxima expresión como herramienta fundamental de la investigación, pero la comunicación científica puede hacer uso de la razón y las emociones para poder generar en la gente un efecto de aprendizaje y compromiso tanto a nivel social como político. Además, uno de los roles que debe tener la comunicación de la ciencia es ir eliminando todo lo proveniente de la pseudo-ciencia, tal como lo explicó varias veces Carl Sagan. Por otra parte, en los tiempos que vivimos existe un mar de desinformación que va produciendo en la sociedad efectos nocivos, ya sea por ejemplo, temáticas como la tierra que sea plana o los grupos antivacunas, cuyos resultados son perdidas humanas. Por ello, la comunicación científica tiene como deber ir controlando este tipo de desinformación que genera efectos negativos en nuestro sistema. Políticamente hablando, la comunicación de la ciencia tiene que ganar mas terreno y tener una responsabilidad más participativa a la hora de poder aportar conocimiento y realidades que se van viviendo en la actualidad. Un ejemplo muy interesante es el del Congreso Futuro, que se celebra en Chile todos los años y en varias regiones de mi país. Su aporte, es el de crear conciencia a distintos niveles en diversos aspectos de las ciencias, invitando a expertos en sus respectivas áreas con la finalidad de promover una nueva forma de ver la ciencia. En efecto, aparte de promover el conocimiento, rompe

con el esquema clásico en que la sociedad deja de mirar al científico como la típica caricatura de una persona encerrada en un laboratorio de cuatro paredes. Estas propuestas tendrán un efecto a largo plazo, pero han resultado un éxito a la hora de ver a personas de distinta indole asistir o ver la transmisión de este congreso.

12. ¿Crees que el trabajo del comunicador de la Ciencia puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Por supuesto, una ilustración puede ser portada de una revista o diario. Una investigación bien comunicada puede romper un paradigma a nivel social. Tal fue el caso de Erns Haeckel, biólogo alemán, quien mediante la ilustración creó una forma artística en la que clasificaba sus especies. Sus trabajos fueron tan bien recibidos que se transformaron en portadas de revistas, representaciones artísticas de exposiciones y fuente de inspiración para nuevos estilos de moda y arte como fue el caso del art nouveau. Además, la transmisión de un mensaje gana seguidores ya sea por el contenido del mensaje o estilo que este contenga. Los cambios a nivel de políticas de reciclaje, de la conciencia que tiene hoy en día las nuevas generaciones en mantener un ambiente saludable o bien en una alimentación sana son mediante divulgadores que transmiten este mensaje directa o indirectamente.

13. ¿Cuáles son los retos actuales de la comunicación de la Ciencia?

Actualmente opino que uno de los retos actuales es buscar estabilidad y una posición clara para poder desde ese lugar transmitir un mensaje. Por ejemplo, que la comunicación científica tome un lugar en las universidades para que el conocimiento preparado en las universidades tenga un destino que no solo termine en sus tesis o publicaciones científicas. Por otro lado, otro reto es el llamado al rol más participativo de los científicos a la hora de compartir su conocimiento y que a su vez los medios de comunicación sean más colaborativos a la hora de poder establecer nuevas redes multidisciplinarias entre las diversas áreas interesadas.

14. ¿Piensas que los científicos tienen conciencia acerca del potencial que tiene la imagen y el trabajo con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

Desde mi visión personal, los científicos no tienen idea del potencial que puede tener una imagen o ilustración. Lamentablemente su tiempo es tan reducido, ya que la labor científica exige mucho sacrificio, por lo que no tienen el tiempo para ver el gran aporte que pueden generar a partir de su conocimiento generado y como este puede ir complementado gráficamente. Personalmente, lo primero que me dicen los profesores laboratorio es, no tengo tiempo para preparar un trabajo o dibujo por lo que participan poco al comienzo. Sin embargo, con el pasar del tiempo a medida que ven como dicha ilustración va evolucionando, toman un rol mucho más participativo y

colaboran indicando parte de sus gustos o intereses que pueden acoplarse en la ilustración. Ese grado de compromiso les ayuda a establecer nuevas ideas para su ilustración, lo cual es mucho más personalista y por ende tiene una impronta característica de cada laboratorio. Por otro lado, como explique anteriormente, la ilustración permite al científico enfocarse tanto en detalles visuales que pueden abrir nuevas preguntas y por ende establecer nuevas teorías para desarrollar su investigación.

15. ¿Cuál es tu prospección de la comunicación de la Ciencia y el uso de la imagen?

A comienzos de este año, he comenzado a colaborar más en áreas de divulgación. Por lo que mi labor se ha dividido en 2 partes: La primera obviamente es la ilustración científica per se, trabajando con investigadores en sus proyectos para ser publicados en revistas científicas, la cual es relativamente estable. Por otro lado, la divulgación y comunicación científica, la cual tiene una labor mucho más social y que por ende abarca herramientas gráficas mucho más complejas. Esta última me ha ayudado mucho a aprender e ir desarrollándome en este ámbito. Esta nueva ventana, va tomando nuevas aristas, ya sea desde el desarrollo de libros, infografías o cualquier material que ayude a la comunicación. Pienso que esta nueva área llegó para quedarse ya que cada vez hay más gente interesada en el tema. Por ejemplo, el criterio científico para explicar procesos tan complejos como los agujeros negros, los cuales están bien representados en la película interestelar o cosmos. También libros orientados a la divulgación de la ciencia en sus diversos aspectos. Opino que se vislumbra un futuro bastante prometedor para aquellos interesados aunque los riesgos aun son altos, ya que aun existe ese temor en la academia el de que los científicos se dediquen a otras disciplinas. A medida que más científicos deseen salir del laboratorio para dedicarse a lo que les gusta, la divulgación irá creciendo y con ello el uso de la imagen irá evolucionando para quedarse y tomar el puesto que debería tomar en la sociedad para ir creando conciencia y participación, ya que finalmente, la ciencia está financiada en la mayoría de los casos por la misma sociedad. Tener este rol de retribución permitirá poder hacerle entender a la gente que su aporte va para una buena causa, y el rol de la comunicación es visibilizarlo.

Ernesto Llamas 8 marzo 2018

1. ¿Cuál fue el momento en el que viste posible la conexión Diseño y Ciencia?

Cada vez que tenía que hacer una presentación en PowerPoint para mostrar mis resultados del doctorado. También cuando tomaba apuntes en conferencias y seminarios con un iPad.

2. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia?

Me ha dado cuenta que desarrollar esta conexión requiere mucha dedicación y esfuerzo. También requiere la sinergia entre distintas disciplinas

3. ¿Qué habilidades necesita un científico para desarrollar habilidades de comunicación visual para la divulgación/difusión de la Ciencia?

Se necesita manejar programas de diseño como Photoshop, Illustrator o Graphic. También el uso de tabletas electrónicas es de gran ayuda.

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico se entienda para las personas?

Sí totalmente, para dar a conocer la información a un público menos especializado es necesario conocer esta información a fondo y saber cómo explicarla de manera entendible y fácil de digerir para la sociedad.

5. ¿Piensas que es necesario tener una formación artística o en Diseño para este trabajo?

Talvez no una formación completa, pero si requiere de entrenamiento y capacitación para manejar los softwares o apps de diseño.

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

Pictoline, Ella Maru, ASAP Science, Tom Gauld, Mona Chalabi, Compound Interest, Kurzgesagt – In a nutshell entre otros.

7. ¿Piensas que actualmente se está haciendo un uso adecuado de la imagen para la divulgación científica? ¿Por qué?

Creo que sólo algunos divulgadores y medios de comunicación hacen uso adecuado, pero no la mayoría de los científicos. Lo anterior se debe a la falta de formación y capacitación a los científicos para trabajar con materiales visuales.

9. ¿Piensas que es necesaria la interdisciplina para lograr éxito en la divulgación científica? ¿Por qué?

Claro, se necesita de diseñadores, científicos, editores, escritores y redactores para hacer divulgación científica de calidad y llamativa para la sociedad.

10. ¿Crees que la imagen tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?

Por supuesto una imagen llama mucho más la atención que un texto. Por lo que imágenes atractivas podrían despertar el interés por la ciencia de la sociedad.

11. ¿Cuál es el papel social y político del profesional que trabaja en la comunicación de la Ciencia?

Dar a conocer los avances y descubrimientos científicos que hacen de este mundo mejor y por supuesto convencer a nuestros políticos de invertir en ciencia.

12. ¿Crees que el trabajo del comunicador de la Ciencia puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo?

Totalmente, hay varios ejemplos de divulgadores científicos como Carl Sagan que han inspirado a muchas generaciones a ser curiosos en investigar.

13. ¿Cuáles son los retos actuales de la comunicación de la Ciencia?

Combatir la desinformación, teorías de conspiración, pseudociencias y fake news sobre todo en redes sociales. También, conseguir apoyo y recursos económicos para hacer este tipo de actividad es todo un reto.

14. ¿Piensas que los científicos tienen consciencia acerca del potencial que tiene la imagen y el trabajo con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

No todos, algunos no se dan cuenta de la importancia de materiales visuales para explicar sus descubrimientos, atraer el interés por la ciencia y también inversiones u oportunidades para crear negocios.

15. ¿Cuál es tu proyección de la comunicación de la Ciencia y el uso de la imagen?

Pocos investigadores y divulgadores científicos están explotando el uso de la imagen. Creo que es un campo poco explotado.

Carlos Ortega Contreras 05 Febrero 2018

1. ¿Cuál fue la primera impresión que tuviste en la conexión Diseño y Ciencia?

La primera impresión fue que no existía mucha conexión como tal entre el Diseño y la Ciencia. Son temas distanciados por sus características generales; si bien el Diseño gráfico se enfoca en la comunicación visual con el fin de transmitir un mensaje de manera más eficiente, la ciencia deja de lado estas cuestiones y privilegia el dato duro, por ende la información se vuelve críptica y queda reservada un grupo especializado y reducido.

2. A partir de tu experiencia ¿Qué habilidades necesita un diseñador o ilustrador para trabajar en comunicación de la ciencia?

Capacidad de trabajar en equipo, entender que es imprescindible la investigación del tema para lograr una buena comunicación con el investigador, estar atento a lo que este necesita transmitir, tener paciencia, y muy importante,

desarrollar el poder de convencer, ya que muchas veces es difícil transmitir a gente de ciencia las ventajas de una buena comunicación gráfica para compartir y sobre todo para enriquecer su información.

3. ¿Cómo ha cambiado tu visión inicial a partir de tu experiencia y los años transcurridos?

En general me he dado cuenta de que existe más material gráfico con temas de ciencia de lo que percibía en un inicio, también noté que es muy particular por lo que si no se busca, difícilmente uno se topará con este. Por lo mismo creo que se debe seguir trabajando en realizar material de divulgación de la ciencia y considero que como diseñadores/ilustradores tenemos las herramientas para crear contenido que sea más vistoso, más llamativo y eventualmente sea mucho más accesible para todos.

4. ¿Tu formación profesional y académica ha sido pieza clave para hacer que el contenido científico sea entendible para las personas o piensas que es necesario tener una formación científica para ello? Creo que la formación profesional te enfrenta a cuestiones reales y la experiencia es invaluable, y si bien la formación científica facilita la comunicación entre el diseñador y el especialista y se agiliza el desarrollo de los proyectos, el no compartir el enfoque 100% científico permite abordar los temas desde otro punto de vista haciendo que estos se enriquezcan.

5. Si has tenido una formación científica aparte del Diseño por favor indica de qué tipo? (Carrera universitaria, diplomados, cursos, talleres) Formación como tal no eh tenido, pero afortunadamente eh estado en contacto directo con investigadores, estudiantes de biología y especialistas por lo que poco a poco me eh apropiado de términos y una visión muy general de la biología principalmente, al menos de los temas en los que me ha tocado participar. Pero definitivamente si me gustaría poseer mayor conocimiento al menos en ciertas áreas de la ciencia.

6. ¿Cuáles son tus referentes visuales en la divulgación científica?

Como ilustrador las referencias visuales más recurridas son ilustraciones naturalistas de artistas de las grandes expediciones del siglo XVIII, en cuanto a ilustración médica sigo el trabajo de artistas del CGI (Computer Generated Imagery o Imagen generada por computadora), en general busco referentes de artistas que trabajen con temas de naturaleza y acuarela principalmente, y en cuanto a Diseño e Ilustración para la divulgación, CONABIO realiza material de excelente calidad gráfica e información muy confiable.

7. ¿Crees que actualmente en México se está haciendo un uso adecuado de la imagen para la divulgación científica?

En ciertos nichos si, se está desarrollando la divulgación científica, y se está haciendo un buen trabajo, considerando

el apoyo que posee, pero en general es un área que difícilmente será visible fuera de estos recintos a menos que se le dé más apoyo y que exista más gente interesada en consumir temas relacionados con la ciencia.

8. ¿Crees que el diseñador tiene habilidades como investigador dentro del campo de las ciencias naturales para la comunicación de los riesgos que hay para la biodiversidad y medio ambiente de México?

El diseñador/ilustrador definitivamente debe ser un investigador, lamentablemente en el campo laboral es difícil tener el tiempo que se requiere para realizar una investigación, es bien sabido que los tiempos son reducidos por lo que es impensable dedicar tiempo a profundizar en los temas que se habrán de diseñar o ilustrar. En concreto para realizar material que hable de manera eficiente y sobretodo correcta de los riesgos que hay para la biodiversidad y medio ambiente de México, se requiere de mucha investigación, mucha información y la capacidad para procesarla y convertirla en conocimiento, y para ello se requiere de un tiempo considerable.

9. ¿El diseñador, por su formación, está capacitado para realizar un trabajo interdisciplinario en la divulgación?

Considero que si, el diseñador es un especialista en la comunicación en general a través de recursos gráficos, por lo que debe desarrollar las habilidades necesarias para colaborar con diferentes disciplinas; y por su capacidad de comunicador, la divulgación debe ser una de sus prioridades.

10. ¿Crees que el diseñador tiene capacidad para influir en la apropiación del conocimiento científico en la sociedad?

Puede ser un excelente puente entre el conocimiento científico y la sociedad siempre y cuando se logren desarrollar proyectos en conjunto con especialistas en temas de ciencia, con instituciones o grupos capacitados que provean al Diseño de la información necesaria con la que el diseñador o el equipo de diseño, habrá de trabajar para hacerla más accesible.

11. ¿Cuál es el papel social y político del ejercicio profesional del diseñador gráfico en la divulgación?

Al ser el diseño gráfico un área especializada en la comunicación, su papel como divulgador es imprescindible. La cuestión radica en la calidad o relevancia de los temas que aborda, siendo cuestiones publicitarias las más socorridas y que muchas veces transmiten un mensaje superfluo y desechable. Si bien esto suena poco ético por parte del diseñador es prudente mencionar que muchas veces este se ve limitado en cuanto a la elección del contenido que habrá de transmitir dado las exigencias del mercadolaboral. Si el diseñador desea tener un papel más activo en la sociedad quizá deba emanciparse de los grandes temas de consumo y utilizar sus capacidades para el desarrollo social.

12. ¿Cuáles son los retos del diseñador en el área de la divulgación de la ciencia?

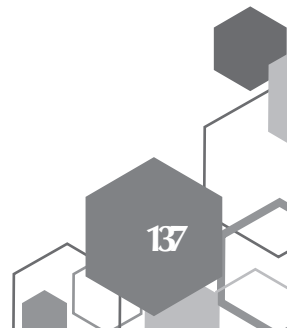
El reto principal es el interés en temas de ciencia. Si bien hay muchas cosas por hacer en cuanto a la divulgación de la ciencia, uno de los problemas relevantes es que pocos profesionales buscan desarrollar estos temas y muchas veces la divulgación se realiza por personas que adolecen de las capacidades necesarias, o que no cuentan con el recurso humano adecuado para llevar a buen término un proyecto saludable e integral de divulgación.

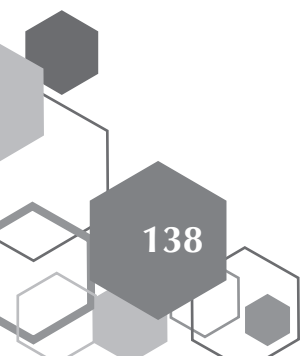
13. ¿Crees que el trabajo del ilustrador o diseñador en la comunicación de la ciencia puede influenciar a la sociedad a tomar acción respecto a temas de cuidado del medio ambiente? Considero que para influenciarnos a la sociedad a tomar acción respecto a temas de cuidado del medio ambiente se requiere de muchas más cosas, pero el trabajo del ilustrador o diseñador bien puede poner la cuestión sobre la mesa para empezar a dialogar sobre estos temas.

14. ¿Crees que el trabajo que hace un grupo de comunicadores de la ciencia (científicos, diseñadores, ilustradores, etc.) puede hacer un cambio social o político a través de su trabajo? Lo que pueden hacer los comunicadores de la ciencia es desarrollar material accesible y digerible que genere un interés suficiente para generar una demanda de estos temas y posteriormente tener la capacidad de satisfacer dicha demanda, para que no se perciba como un proyecto pasajero y se entienda que el conocimiento científico está presente en la vida cotidiana, y a partir de ahí, plantear las ventajas de cultivar este conocimiento en beneficio de nuestra sociedad.

15. En una visión general ¿piensas que los científicos tienen consciencia acerca de lo que pueden obtener si trabajan mano a mano con diseñadores e ilustradores para compartir el conocimiento que generan con sus investigaciones?

Existen científicos ávidos de aprovechar las ventajas del diseño como difusor y comunicador, lamentablemente así como son pocos diseñadores los interesados en abordar temas de ciencia, también son pocos los científicos que incluso conocen bien a bien el papel que desarrolla el Diseño gráfico.







FUENTES

Fuentes



Fuentes bibliográficas

Anderson, Alison. *Media, culture and environment*. Routledge. London: Taylor and Francis Group, 1997.

Asociación de internet Mx. *Elementos del marketing digital*. Versión 2.0. Edición de Juárez Pereyra, Lourdes. México: Central Media, 2017.

Asociación de internet Mx. *14º Estudio sobre los hábitos de los Usuarios de Internet en México 2018*. México: Central Media, 2018.

Baigrie, Brian. *Picturing Knowledge. Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*. University of Toronto Press, 1999.

Barlex, David and Clive Carre. *Visual Communication in Science: Learning through Sharing Images*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

Boden, Margaret A. *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*. London: Routledge. 2004.

Bremner, Craig and Rogers, Paul. *Design without discipline. Design Issues: Volume 29, Number 3 Summer* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology. 2013

Bucchi, Massimiano. *Of Deficits, Deviations and Dialogues. Theories of Public Communication of Science. En Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London: Routledge, 2008.

Bucchi, Massimiano, Canadelli, Elena. *Nature immaginate. Immagini che hanno cambiato il nostro modo di vedere la natura*. Italia: Aboca, 2015.

Burns, Terry W., O'Connor, J. and Stocklmayer. "Science Communication: A contemporary definition". *Public Understanding of Science*. Sage Publications. (2003)

Cabezas, Lino. *Dibujo científico : arte y naturaleza, ilustración científica, infografía, esquemática*. Madrid: Ediciones Cátedra, 2016.

Cairo, Alberto. *Infografía 2.0 : visualización interactiva de información en prensa*. Madrid: Alamut, 2008.

Casalet, Mónica. *Tecnología: Concepto, Problemas y Perspectivas*. México: Siglo XXI, 1998.

Craig, Robert T. *Communication as a practical discipline*. In B. Dervin, L. Grossberg, B. J., 1989.

Craig, Robert T. *Communication in the Conversation of Disciplines*. Russian Journal of Communication, Vol. 1, No. 1, 2008.

Craig, Robert T.. *The speech tradition. Communication Monographs*, 57, (1990). 310-314.

Craig, Robert T. *Communication theory as a field*. Communication Theory, 9, (1999). 119-161.

- Craig, Robert T. *Communication as a practice*. In G. J. Shepherd, J. St. John & T. Striphos (Eds.), *Communication as ...: Perspectives on theory* (pp. 38-47). Thousand Oaks, CA: Sage, 2006.
- Craig, Robert T. *Communication as a field and discipline*. In W. Donsbach (Ed.), *International Encyclopedia of Communication*. Oxford: Blackwell, 2010.
- Craig, Robert T., & Carlone, D. A. *Growth and transformation of communication studies in U.S. higher education: Towards reinterpretation*. *Communication Education*, 47, 1998. 67-81.
- Crane, Beverley. *Infographics: a practical guide for librarians*. Lanham: Rowman & Littlefield, 2016.
- Danston, Lorraine & Galison, Peter. *Objectivity*. Zone Books, New York, 1993.
- Davis, Martha 1997. *Scientific Papers and Presentations*. London, UK: Academic, 1996.
- Davies, Sarah R. & Horst, Maja. *Science Communication*. London: Macmillan Publishers, 2016
- Drucker, Johanna. *Graphesis: Visual forms of knowledge production*. Volume 2 of MetaLAB Projects Series. USA: Harvard University Press, 2014.
- Estrada, Luis. *La Divulgación de la Ciencia*. México: UNAM, 1985.
- Escobar, Jorge M. *El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica*. 193(785): a407. *Arbor Pensamiento y Cultura*, 2017.
- Fascara, Jorge. *Diseño gráfico y comunicación*. Buenos Aires, Argentina: Infinito, 2000.
- Fascara, Jorge. *Diseño gráfico para la gente: comunicaciones en masa y cambio social*. Buenos Aires: Infinito, 2004.
- Fascara, Jorge. *El diseño de comunicación*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito, 2006.
- Fascara, Jorge. *El poder de la imagen*. Buenos Aires, Argentina: Infinito, 1999.
- Fascara, Jorge. *¿Qué es el diseño de información?* Buenos Aires, Argentina: Infinito, 2011.
- Fascara, Jorge. *Communication design principles, methods and practice*. New York: Allworth, 2004.
- Frankel, Felice C. & DePace, Angela H. *Visual Strategies. A practical guide to graphics for scientists & engineers*. Yale University Press, 2012.
- Finke, Tim. et al. *Informotion: animated infographics*. Berlin, Germany: Gestalten Verlag, 2012.
- Ford, Brian. *Images of science. A history of scientific illustration*. Oxford University Press, New York, USA, 1993.
- Gibbons, Michael., et al. *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage. 1994.
- Gillian, Rose. *Visual Methodologies. An introduction to Researching with Visual Materials*. London, UK: SAGE Publications Ltd., 2016.

Gobert, Inge. *Thoughts on designing information*. Zurich, Switzerland: Lars Müller Publishers. Brussels: LUCA School of Arts, 2014.

Gómez Mohedano, Gisela Yazmín. *Aproximaciones teórico- prácticas para motivar la elección de áreas científico-tecnológicas en México*. USA: Palibrio, 2015. Pág 132-134

Grove-White, Robin & Machaghten, Phil. *Wising Up – The public and new technologies*. Lancaster University, 2000.

Guridi Colorado, José J. *El Discurso Audiovisual En La Divulgación De La Ciencia De La Unam: La Construcción De Un Modelo De Ciencia Para Divulgar*. México: Iteso, 2010.

Hansen, Anders. *Environment, Media and Communication*. United Kingdom: Routledge introductions to environment series, 2010.

Harland, Robert. "The Dimensions of Graphic Design and Its Spheres of Influence". *Design Issues* : Volume 27, Number 1 Winter 201

Hernández Villegas, María Guadalupe. *Diseño de material impreso con intención educativa*. México: Universidad Iberoamericana/ Felafacs, 1997.

Hodges, Elaine R. S. *Scientific illustration: a working relationship between the scientist and artist*. BioScience Vol. 39 No. 2 Biologist's Toolbox, 1989.

Jucan, Mihaela Sabina & Jucan, Cornel Nicolae. "The Power of Science Communication" *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 149 (2014)

Jensen, Jesper L. *Designing for Profound Experiences*. *Design issues* Volume 30, Number 3. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2014.

Keith, William. M. *Speech communication, History of*. In W. Donsbach (Ed.), *International Encyclopedia of Communication*. Oxford: Blackwell, 2008.

Krum, Randy. *Cool infographics: effective communication with data visualization and design*. Indianapolis, Indiana: Wiley, 2014.

Leach, Joan et al. "Models of science communication". En *Investigating Science Communication in the Information Age. Implications for public engagement and popular media*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009.

Lewenstein, Bruce. *Models of public communication of science and technology*. Departments of Communication and of Science & Technology Studies, Cornell University. Ithaca, NY. 2003.

Marcos, Alfredo & Calderón, Fernando. *Una teoría de la divulgación de la Ciencia*. Universidad de Valladolid, Departamento de Filosofía, 2001.

Meirelles, Isabel. *La información en el diseño. Introducción a las historias, las teorías y las mejores prácticas para la visualización eficaz de información*. Barcelona, España: UBEdició, Parramón Paidotribo. Arts and Design, 2014.

Moon, Brian. *Applied concept mapping: capturing, analyzing and organizing knowledge*. Boca Raton, Florida: CRC Press., 2011.

Norman, Donald A. and Stappers, Pieter Jan (2016) DesignX: Complex Sociotechnical Systems. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation* Volume 1, Issue 2, Winter 2015, Pages 83-106.

Osorio, Jaime. "Breve análisis de algunos modelos de comunicación de la ciencia, la tecnología y la innovación". Universidad de Pereira. *Scientia et Technica*. Año XV, No. 43. Diciembre. 2009.

O'Keefe, Barbara & Ellen Wartella, Ellen (Eds.), "Rethinking communication"; *Paradigm issues: Volume 1* (1989) Newbury Park, CA: Sage. (pp. 97-122).

Paisley, W. "Communication in the communication sciences". In B. Dervin & M. J. Voigt (Eds.), *Progress in communication sciences* Vol. 5 (pp. 1-43). Norwood, NJ: Ablex., 1984.

Patiño Barba, Ma. De Lourdes et al. *Diagnóstico de la Divulgación de la Ciencia en América Latina: Una Mirada a la Práctica de Campo*. León, Gto. México: Fibonacci – Innovación y Cultura Científica, A.C., RedPOP, 2017.

Patiño Barba, Ma. De Lourdes. *La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: Visiones, retos y oportunidades*. México: Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y La Técnica, A.C. 2013

Pauwels, Luc. *Visual cultures of science: rethinking representational practices in knowledge building and science communication*. Dartmouth College Press: University Press of New England. Vii, 2006.

Peters, John. Durham. *Speaking into the air: A history of the idea of communication*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1999.

Prieto Castillo, Daniel. *Diseño y Comunicación*. México: UAM Xochimilco, 1982

Rifkin, Jeremy. *La sociedad de coste marginal cero : el Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Barcelona, España: Paidós, 2014.

Rodríguez Estrada, Fabiola Cristina & Spencer Davis, Lloyd. *Improving Visual Communication of Science Through the Incorporation of Graphic Design Theories and Practices Into Science Communication*. SAGE Publications, 2015.

Rose, Gillian. *Visual Methodologies. An introduction to Researching with Visual Materials*. London. UK: SAGE Publications Ltd., 2016.

Tagüeña, Julia, Rojas, Clara & Reynoso, Elaine. *La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina*. Congreso Iberoamericano de Ciencia y Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Palacio de Minería, Ciudad de México. 19 – 23 Junio, 2006.

T Rutjens, Bastiaan & J Heine, Steven & Sutton, Robbie & van Harreveld, Frenk. "Attitudes Towards Science". *Advances in Experimental Social Psychology*. 57. 2018. Pág. 7

San Martin, M. *Diagraphics: el mejor diseño de mapas, gráficos, esquemas y diagramas*. Barcelona, España: Mao Mao Publication, 2011.

Sánchez Mora, Ana María. *La divulgación de la ciencia como literatura*. México: Unam/ Fondo de Cultura Económica, 1998.

Sánchez-Mora Carmen et al. *Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession*. Public Understanding of Science. UK: SAGE Publications, 2014. Pág. 3

Satué, Enric. *El factor diseño: en la cultura de la imagen y la imagen en la cultura*. Madrid, España: Alianza, 2011.

Scott L., Montgomery. *The Chicago Guide to Communicating Science*. Chicago: The university of Chicago Press, 2003.

Society for News Design. *15 premios internacionales de infografía = International infographics awards Malofiej 15*. Pamplona: Society for News Design, 2008.

Stichweh, R. "The sociology of scientific disciplines; On the genesis and stability of the disciplinary structure of modern science". *Science in Context*, (1992):5, 3-15.

Tapia, Alejandro. *El diseño gráfico en el espacio social*. México: Editorial Designio. 2009.

Telea, A. C. *Data visualization: principles and practice*. Second edition. Boca Raton, Florida: CRC Press. 2015.

Thomas, Julian. *Communicating Science Effectively: A Practical Handbook for Integrating Visual Elements*. London: IWA, 2006.

Valero Sancho, J. L. *La infografía : técnicas, análisis y usos periodísticos*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona: Servei de Publicacions. (2001).

Vari, Sandor G. "Creative mind links art and science." *Croatian medical journal* vol. 57,2 (2016): 87-8. doi:10.3325/cmj.2016.57.87

Vilchis Esquivel, Luz del Carmen. *Historia del diseño gráfico en México*. México: INBA-CONACULTA, 2010.

Vilchis Esquivel, Luz del Carmen. *Metodología del Diseño. Fundamentos teóricos*. México: Claves Latinoamericanas, 1998.

Ward, Matthew. *Interactive data visualization: foundations, techniques, and applications*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2015.

Wouters, Paul. *Virtual Knowledge: experimenting in the humanities and the social sciences*. Cambridge, Massachusetts, USA: The MIT Press, 2013.

Tesis

Guevara Villegas, Aline. *Planeacion y creacion de textos visuales para la comunicacion de la ciencia / México: ENAP, UNAM. 2005*

López Pérez, Ruth. *Cartel científico :recurso y estrategia de comunicación visual orientado a difundir la investigación en la UNAM* México: Posgrado de Artes Visuales, UNAM. 2016

Fuentes electrónicas

Acervo Iteso de divulgación científica

<http://ccdoc.iteso.mx/acervo/cat.aspx>

Consultado Abril 2017

Contribution du design à la production des savoirs scientifiques

Journée d'étude le jeudi 19 décembre 2013

<https://design.hypotheses.org/tag/design-graphique-2>

Consultado Mayo 2017

Manifeste pour une recherche de haut niveau en design graphique et interactif

<http://thiagomaximo.free.fr/index.php/pedagogie/manifeste-recherche-haut-niveau-en-design-graphique-interactif/>

Consultado Julio 2017

bibliothèque le design dans tous ses états.

<http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/lieux-ressources/bibliotheque/conseils-et-suggestions/selections-documentaires/le-design-dans-tous-ses-etats/design-graphique/>

Consultado Julio 2017

10 mythes sur le design graphique !

<https://graphism.fr/10-mythes-sur-le-design-graphique/>

Consultado Julio 2017

La science et le graphisme : découvrez le trailer graphique du documentaire sur « l'Academic and Scientific Excellence » !

<https://graphism.fr/la-science-le-graphisme-dcouvrez-le-trailer-graphique-du-documentaire-sur-lacademic-scientific-excellence/>

Consultado Julio 2017

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL. *Medición de la pobreza.* <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>, 2016.

Consultado Julio 2017

Shaw, Heather. *Ocean Conservancy, book design.* . (2017,

<http://heathershaw.com/ocean-conservancy.html>

Consultado Agosto 2017

Archivos sobre la historia de la ciencia y la tecnología en México

<https://www.conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/publicaciones-conacyt/archivos-sobre-la-historia-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-mexico>

Consultado Agosto 2017

Stone, Kate. (2017) *Science Connected: Accessible Science Communication* <http://blogs.plos.org/scicomm/2017/08/14/science-connected-accessible-science-communication/>

Consultado Agosto 2017

Índice de revistas mexicanas de divulgación

<https://www.conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/indice-de-revistas-mexicanas-de-divulgacion-cientifica-y-tecnologica>

Consultado agosto 2017

A brief history of science

<http://blogs.egu.eu/geolog/2015/02/06/a-brief-history-of-science-communication/>

Consultado septiembre 2017

Ibáñez, Juan José. (2009) *Clasificación de las Ciencias: El caótico árbol del conocimiento. Curso Básico sobre Filosofía y Sociología de la Ciencia*. Madrid <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2009/01/15/111198>

Consultado septiembre 2017

A History of Science Communication

April 7, 2013 by Victoria Ellis

<https://victoriaellis.scienceblog.com/171/a-history-of-science-communication/>

Consultado septiembre 2017

Silence in the History and Communication of Science

Imperial College London, 17th December 2013

<http://www.imperial.ac.uk/science-communication-unit/research/silences-of-science/silence-in-the-history-and-communication-of-science/>

Consultado septiembre 2017

Rodríguez Estrada, Fabiola Cristina & Spence Davis, Lloyd. (2014). *Improving Visual Communication of Science Through the Incorporation of Graphic Design Theories and Practices Into Science Communication*

<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1075547014562914>

Consultado septiembre 2017

Bergman, Olle (2015) Interview Jennifer Boden. *Help scientist and science communicators approach science communication like designers*.

<http://crastina.se/jennifer-Boden-hhelp-scientists-and-science-communicators-approach-science-communication-like-designers/>

Consultado septiembre 2017

Briselli, Jen. September. *Design Thinking & Science Communication* (2013)

<https://medium.com/@jbriselli/designing-science-communication-5c186b704711>

Consultado septiembre 2017

Jonas, Nichole. *Using Graphic Design to Enhance Visual Communication in Scientific Posters* (2008)

<https://science.nichd.nih.gov/confluence/display/newsletter/2011/05/02/Using+Graphic+Design+to+Enhance+Visual+Communication+in+Scientific+Posters>

Consultado septiembre 2017

Carter, Matt. *What Scientists Can Learn From Designers* (Mayo 2015)

<http://crastina.se/the-crastina-column-may-what-scientists-can-learn-from-designers/>

Consultado noviembre 2017

Odlign-Smee, Anne & Crouch, Lizzie. *The role of design in science communication* (2014)

<http://design-science.co.uk/the-role-of-design-in-science-communication/>

Consultado noviembre 2017

Peñuela Velásquez, L. Alejandro. *La transdisciplinariedad. Más allá de los conceptos, la dialéctica* (2005)

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632005000300003

Consultado noviembre 2017

Winkels, Rebecca. *Communication science using the arts*. (2017)

<http://www.wissenschaftskommunikation.de/communicating-science-using-the-arts-8733/>

Consultado noviembre 2017

Illingworth, Sam. *Science communication in the field of fundamental biomedical research* (2017)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084952117304494#fig0005>

Consultado noviembre 2017

Mansour, Hussien. *What designers know* (2014)

https://issuu.com/hussien-mansour/docs/what_designers_know

Consultado diciembre 2017

Science communication in a visual world

<http://www.scriberia.co.uk/journal/science-communication-in-a-visual-world>

Consultado diciembre 2017

Doshi , Rajeev. *Having designs graphic career change*. (2001)

<http://www.sciencemag.org/careers/2001/11/having-designs-graphic-career-change>

Consultado diciembre 2017

Pommier, Murie. *De la recherche à l'enseignement : modalités du partage des savoirs dans le domaine des sciences de la vie et de la Terre*. (2010)

<http://journals.openedition.org/rdst/309>

Consultado diciembre 2017

Frascara, Jorge. *Design Issues*, Vol. 5, No. 1 (Autumn, 1988), pp. 18-29

https://www.jstor.org/stable/1511556?seq=1#page_scan_tab_contents

Consultado diciembre 2017

Cancino Gómez, Claudia Karina *Los retos de la divulgación científica en México*. Tepic, Nayarit. 19 de octubre de 2016 (Agencia Informativa Conacyt)

<http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/10866-retos-de-la-divulgacion-cientifica-en-mexico>

Consultado enero 2018

Rudolph Carnap

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/161/html/sec_40.html

Consultado enero 2018

Somedicyt

<http://www.somedicyt.org.mx/>

Consultado enero 2018

Objetivos de desarrollo sostenible

<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Consultado febrero 2018

Jonas, Nichole. *Using Graphic Design to Enhance Visual Communication in Scientific Posters*. Originally presented as a poster at the Fourth Annual NICHD Fellows Meeting on April 27 and 28, 2008, in Airlie, VA

<https://science.nichd.nih.gov/confluence/display/newsletter/2011/05/02/Using+Graphic+Design+to+Enhance+Visual+Communication+in+Scientific+Posters>

Using+Graphic+Design+to+Enhance+Visual+Communication+in+Scientific+Posters

Consultado febrero 2018

Sánchez, Verenise. *Necesario incrementar la cultura científica en México*: Martín Bonfil. Agencia Informativa Conacyt. 26 Septiembre 2015 <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/humanidades/3024-necesario-incrementar-la-cultura-cientifica-en-mexico-martin-bonfil>

Consultado Febrero 2018

Denis Marrero, Martha; Santana Machado, Alfredo. "Estrategia pedagógica para perfeccionar el uso de las imágenes digitales en las Ciencias Médicas". *Educ Med Super, Ciudad de la Habana*, v. 30, n. 2, jun. 2016 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412016000200007

Consultado febrero 2018

Doshi, Rajeev. "Having Designs on a Graphic Career Change". *Science Magazine*. 23 Noviembre 2001. <https://www.sciencemag.org/careers/2001/11/having-designs-graphic-career-change>

Consultado febrero 2018

Matt Carter, What Scientists Can Learn From Designers. Mayo, 2015 <https://crastina.se/the-crastina-column-may-what-scientists-can-learn-from-designers/>

Consultado febrero 2018

Islas, Octavio. *Cifras sobre jóvenes y redes sociales en México* (Julio 2015)

<http://entretextos.leon.uia.mx/num/19/PDF/ENT19-1.pdf>

Consultado febrero 2018

Pérez Lozano, María Eugenia y Castaño González, Raquel Minerva

Las redes sociales, la publicidad y los jóvenes mexicanos: un acercamiento inicial, 2011.

http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/13_04__las_redes_sociales.pdf

Consultado marzo 2018

Müller, Sabine. *Science marketing and science communication – a breath of fresh air in an ivory tower* (September 2012)

<https://www.alumniportal-deutschland.org/en/science-research/news-from-science/science-marketing-science-communication/>

Consultado marzo 2018

Lefebvre, R. Craig. *Science Communication and Social Marketing* (05 April 2017)

http://socialmarketing.blogs.com/r_craig_lefebvres_social/2017/04/science-communication-and-social-marketing.html

Consultado marzo 2018

Argudo, José *¿Cómo hacer una buena campaña de marketing online?* (26 febrero 2017)

https://www.joseargudo.com/como-hacer-una-buena-campana-marketing-online/#3Recopilar_informacion

Consultado mayo 2018

Cómo diseñar una campaña de publicidad digital

<https://laculturadelmarketing.com/como-disenar-una-campana-de-publicidad-digital/>

Consultado mayo 2018

Octavio Islas, "Cifras sobre jóvenes y redes sociales en México". Entretextos. México: Universidad Iberoamericana León, 2015. abril- Julio 7/19 <http://entretextos.leon.uia.mx/num/19/PDF/ENT19-1.pdf>
Consultado Junio 2018

Virginia Medina Ávila, "En publicidad, los jóvenes marcan tendencias" Congreso Universidad Católica de Perú. 2013.
<http://congreso.pucp.edu.pe/alaic2014/wp-content/uploads/2013/09/GT13-Virginia-Medina.pdf>
Consultado Junio 2018

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, 2019. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
Consultado julio 2018

Mejía Llano, Juan Carlos. Estadísticas de redes sociales 2019: usuarios de facebook, twitter, instagram, youtube, linkedin, whatsapp y otros. 21 Marzo 2019. <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-infografia/>.
Consultado Agosto 2019.

Infectious Advise Advisor, Website, *Social Medicine: The Effect of Social Media on the Anti-Vaccine Movement*, <https://www.infectiousdiseaseadvisor.com/home/topics/prevention/social-medicine-the-effect-of-social-media-on-the-anti-vaccine-movement/>
Consultado Octubre 2018.

Patterson, Michael. *How to double your social Engagement with images*, Website: <https://www.convinceandconvert.com/social-media-strategy/double-social-engagement-with-images/>
Consultado Octubre 2018.

Attitudes Towards Science

T Rutjens, Bastiaan & J Heine, Steven & Sutton, Robbie & van Harreveld, Frenk. *Advances in Experimental Social Psychology*. 57. 2018
https://www.researchgate.net/publication/319482290_ATTITUDES_TOWARDS_SCIENCE
Consultado diciembre 2018

