



FAD Facultad de
Arquitectura
y Diseño



ARQUITECTURA
URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Arquitectura y Diseño
Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño

**MODELO DE COMUNICACIÓN VISUAL
para la divulgación de la ciencia en los
museos de Baja California.**

TESIS DOCTORAL

PRESENTADA POR:

MAV. Martha Patricia Alcaraz Flores

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

Dra. Paloma Rodríguez Valenzuela

18 de noviembre de 2022.
Mexicali, Baja California, México.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en esta u otra institución de educación superior. Así mismo declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.

Mexicali, Baja California, México.

18 de noviembre de 2022.

ATENTAMENTE



Martha Patricia Alcaraz Flores

AGRADECIMIENTOS

A la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado, al Consorcio de Universidades Mexicanas, y a la Universidad de Medellín, por la oportunidad para realizar una estancia académica internacional.

A las autoridades de los museos de ciencia del estado de Baja California: El Trompo, Sol del Niño y Caracol, por la colaboración y la facilitación de información para la investigación.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por permitirme efectuar una estancia de investigación en el Doctorado en Imagen, Arte, Cultura y Sociedad.

A la Universidad Autónoma de Baja California, por ofrecer las condiciones necesarias para la realización de estudios de nivel doctoral.

CONTENIDO

Índice de Tablas	5
Índice de Figuras	6
Resumen	9
Introducción	10
CAPÍTULO I	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4 ESTADO DEL ARTE	17
1.5 JUSTIFICACIÓN	20
CAPÍTULO II	22
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	23
2.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	26
2.3 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	34
2.4 FASES DE INVESTIGACIÓN	36
2.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	38
2.6 MUESTREO	41
CAPÍTULO III	43
3.1 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA	44
3.2 CONOCIMIENTO Y CIENCIA	45
3.3 APROXIMACIÓN A LA CIENCIA	49
3.3 COMUNICACIÓN Y CIENCIA	54
3.4 EXPERTOS EN COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA	57
3.5 ENTREVISTA A EXPERTOS	59
CAPÍTULO IV	68
4.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE MODELO	69
4.2 FUNCIONES Y CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS	71
4.3 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS COMUNICATIVOS	74
4.4 ANÁLISIS RELACIONAL DE MODELOS COMUNICATIVOS	77
4.5 MODELOS DE COMUNICACIÓN PARA LA CIENCIA	83

4.6 COMPARATIVA DE MODELOS	87
CAPÍTULO V	92
5.1 CONCEPCIÓN DEL MUSEO	93
5.2 FUNCIÓN EDUCADORA DEL MUSEO	95
5.3 MUSEOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN MÉXICO	96
5.4 ESPACIOS MUSEOGRÁFICOS DE BAJA CALIFORNIA	100
5.5 MUSEO SOL DEL NIÑO	102
5.6 MUSEO CARACOL	104
5.7 MUSEO EL TROMPO	107
5.8 MAPA DE ACTORES	110
CAPÍTULO VI	115
6.1 LOS PÚBLICOS COMO RECEPTORES	116
6.2 PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA EN MUSEOS	120
6.3 LOS PÚBLICOS DE BAJA CALIFORNIA	123
CAPÍTULO VII	126
7.1 DISEÑO DE EXPOSICIONES	127
7.2 PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN VISUAL EN EL DISEÑO DE EXPOSICIONES	132
7.3 ASPECTOS DE LEGIBILIDAD	134
7.4 CONDICIONES ÓPTIMAS DE LEGIBILIDAD	146
7.5 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE LA COMUNICACIÓN VISUAL	149
7.6 UNIDADES DE REGISTRO	153
7.7 ANÁLISIS DE LOS MUSEOS DE CIENCIA	164
CAPÍTULO VIII	167
8.1 PROPUESTA DE MODELO DE COMUNICACIÓN VISUAL	168
8.2 METODOLOGÍA DEL MODELO	175
8.3 EXPERIMENTO DE DISEÑO	179
CONCLUSIONES	191
FUENTES	192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de investigación cuantitativa y cualitativa.	22
Tabla 2. Comparación entre los dos enfoques del Pensamiento de Diseño.	27
Tabla 3. Principios del pensamiento de diseño.	29
Tabla 4. Técnicas de investigación por fases.	37
Tabla 5. El conocimiento a lo largo de las épocas de la humanidad.	45
Tabla 6. Perspectivas comunicativas de la ciencia	49
Tabla 7. Modelo de la sociedad del conocimiento para México.	52
Tabla 8. Divergencias del término de divulgación de la ciencia	54
Tabla 9. Entrevista a expertos en divulgación de la ciencia.	57
Tabla 10. Categorización de modelos compilada por Álvaro Carvajal.	70
Tabla 11. Clasificación de modelos por Charles Pavitt.	71
Tabla 12. Clasificación de modelos por McQuail y Windahl.	72
Tabla 13. Base de datos de modelos de comunicación.	77
Tabla 14. Comparativa de modelos de comunicación científica.	88
Tabla 15. Población que visitó recintos asociados a la ciencia y tecnología.	96
Tabla 16. Conceptos asociados al soporte	132
Tabla 17. Principales cédulas interpretativas.	139
Tabla 18. Dimensiones de niños escolares entre 6 y 11 años	141
Tabla 19. Dimensiones de jóvenes adolescente entre 12 y 17 años	141
Tabla 20. Dimensiones de jóvenes estudiantes y trabajadores industriales.	142
Tabla 21. Dimensiones de trabajadoras en la zona fronteriza de México y EUA.	142
Tabla 22. Distancia y tamaño de la tipografía.	145
Tabla 23. Presupuestos conceptuales de parametrización de legibilidad.	146

Tabla 24. Unidades de muestreo del análisis de contenido	150
Tabla 25. Unidades de registro y de contexto.	151
Tabla 26. Tipografías utilizadas en las identidades de los museos.	153
Tabla 27. Cantidad de palabras en los textos de cédulas biográficas.	155
Tabla 28. Principales tipografías utilizadas en el museo Caracol.	159
Tabla 29. Condiciones de legibilidad de cédulas informativas en museos.	164
Tabla 30. Adaptación de fases metodológicas.	175
Tabla 31. Propuesta metodológica para el modelo de comunicación visual.	175
Tabla 32. Caracterización de usuarios por grupos para el estudio de variables.	184
Tabla 33. División de parámetros de legibilidad para validación.	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de la investigación.	10
Figura 2. Components of good participatory design.	24
Figura 3. Ciclo de los paradigmas de Kuhn.	26
Figura 4. The iterative cycle of human-centered desing.	31
Figura 5. Esquema metodológico de la investigación.	34
Figura 6. Esquema del proceso de Design Thinking.	35
Figura 7. Muestreo de instrumentos por grupos.	41
Figura 8. Modelo de sociedad del conocimiento para México.	52
Figura 9. Flujo de comunicación sectorizado.	56
Figura 10. Diagrama de afinidad de la primera pregunta.	60
Figura 11. Diagrama de afinidad de segunda pregunta.	62
Figura 12. Diagrama de afinidad de tercera pregunta.	65
Figura 13. Línea del tiempo de los modelos comunicativos.	73

Figura 14. Modelo de Harold Lasswell.	74
Figura 15. Modelo de Shannon y Weaver.	75
Figura 16. Tratamiento de datos en el portal de ScienceScape.	79
Figura 17. Visualización de red de autores de modelos de comunicación.	80
Figura 18. Secciones de la red.	81
Figura 19. The contextual model for learning in museums.	84
Figura 20. Modelo lineal de difusión.	89
Figura 21. Modelo de comunicación gráfica.	89
Figura 22. Visitantes a museos de ciencia y tecnología 2018.	97
Figura 23. Museos de ciencia y tecnología en México, 2018.	98
Figura 24. Plano de planta del museo Sol del Niño.	101
Figura 25. Fotografía del museo Sol del Niño.	102
Figura 26. Diagrama de circulación de la sala de la tierra.	104
Figura 27. Fotografía del museo Caracol.	105
Figura 28. Diagrama de distribución del museo El Trompo.	107
Figura 29. Planos de distribución del museo El Trompo.	107
Figura 30. Fotografía del museo El Trompo.	108
Figura 31. Mapas de actores de los museos de ciencia.	113
Figura 32. Formas discursivas del Museo.	128
Figura 33. El museo como lenguaje significativo.	128
Figura 34. Proceso elemental de comunicación en una exposición.	129
Figura 35. Modelo de Shannon y Weaver aplicado a exposiciones	130
Figura 36. Parámetros de comunicación visual en exposiciones científicas.	131
Figura 37. Ejemplos de tipografías de mayor a menor legibilidad.	137
Figura 38. Variaciones de tamaños de letras	138
Figura 39. Estaturas promedio de la población.	143
Figura 40. Campo visual en el plano vertical y horizontal	143

Figura 41. Altura y distancia de visión de adultos.	144
Figura 42. Jerarquización de información en estructura expositiva.	147
Figura 43. Cédulas de la exposición de “más allá del cielo”.	154
Figura 44. Cédulas biografías de científicos.	155
Figura 45. Principales tipografías utilizadas en el museo Sol del Niño.	156
Figura 47. Logotipo y gama cromática del museo Sol del Niño.	157
Figura 48. Uso del color en cédulas del museo Sol del Niño.	157
Figura 49. Logotipo y gama cromática del museo Caracol.	160
Figura 50. Logotipo y gama cromática del museo El Trompo.	162
Figura 51. Modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia.	168
Figura 52. Fragmento de modelo que señala la relación de emisor y receptor.	171
Figura 53. Iteraciones, evaluaciones y retroalimentación.	172
Figura 54. Metodología iterativa para el modelo de comunicación visual.	176
Figura 55. Modelo de proyecto de exposición de Ballart.	177
Figura 56. Modelo para la planeación de exposiciones interpretativas.	177
Figura 57. Planos de módulo de exploración visual.	179
Figura 58. Consideraciones de divisores visuales para mujeres y hombres.	180
Figura 59. Plano de módulo de exploración visual.	181
Figura 60. Vista de planta del módulo.	182
Figura 61. Matriz de evaluación.	183
Figura 62. Proyección de herramienta para exposiciones.	185
Figura 63. Malla receptora de información.	187

RESUMEN

La investigación versa sobre la generación de un modelo de comunicación visual, que coadyuve a los procesos de la divulgación de la ciencia en entornos expositivos, que favorezca a los investigadores, al sector científico y al sector educativo, al constituirse como una herramienta que parte de la teorización y reflexión de la capacidad comunicativa que poseen las imágenes, y su particular potencial en la facilitación del conocimiento especializado a públicos generales. Generando un marco de referentes sobre las condiciones de la comunicación pública de la ciencia en los museos del estado de Baja California, así como dentro del contexto a nivel nacional, en el que se describe la percepción del público hacia los conocimientos científicos, la opinión de especialistas sobre las condicionantes de la divulgación científica, el debate teórico sobre las estrategias y corrientes de la comunicación de la ciencia, y finalmente la propuesta del modelo junto con una metodología operativa que acompaña su implementación.

PALABRAS CLAVE

Comunicación visual, Divulgación de la ciencia, Diseño gráfico, Modelos comunicativos, Pensamiento de diseño, Exposiciones, Museos.

ABSTRACT

The research deals with the generation of a visual communication model that contributes to the processes of science outreach in exhibition environments, which favors researchers, the scientific sector and the educational sector, by becoming a tool based on the theorization and reflection of the communicative capacity that images possess, and their particular potential in the facilitation of specialized knowledge to general audiences.

Generating a framework of references on the conditions of public communication of science in the museums of the state of Baja California, as well as within the national context, in which the public's perception of scientific knowledge is described, the opinion of specialists on the conditions of scientific dissemination, the theoretical debate on the strategies and currents of science communication, and finally the proposal of the model together with an operational methodology that accompanies its implementation.

KEYWORDS

Visual communication, Popularization of science, Graphic design, Communicative models, Design thinking, Exhibitions, Museums.

INTRODUCCIÓN

La investigación se aborda desde diversas disciplinas, con la intención de comprender el fenómeno de la transmisión visual del conocimiento en los museos de ciencia, desde un marco de entendimiento que se fundamenta en teorías que parten de las humanidades a las ciencias sociales, atravesando por los estudios de diseño gráfico y de diseño de exposiciones, para lograr una comprensión amplia del tema.

Poder situar la problemática desde distintas áreas de estudio, permitió poner en perspectiva el papel que juega la comunicación visual y el diseño gráfico en la divulgación del conocimiento, logrando evaluar la percepción que se tiene de los objetos de diseño y su participación en la comunicación pública de la ciencia y, desde ahí, generar tácticas para una mejor apropiación del conocimiento, trabajando desde una óptica que involucra la comprensión de la legibilidad, que puede ser aplicable a una gran diversidad de proyecto de comunicación visual y diseño gráfico, ya que el estudio coloca la comunicación de la ciencia al centro de la discusión, mientras se segmentan su funciones y estrategias.

El proyecto se plantea desde la perspectiva de “la investigación a través del diseño”, misma que promueve las prácticas de generación de conocimiento nuevo mediante la reflexión proyectual del diseño y los objetos que se generan en el proceso. Tal como señalan Milton, A. y Rodger, P., (2013, p.12), la “investigación basada en la práctica, suele ser interdisciplinaria y puede basarse en una idea o un concepto, así como un nuevo material o proceso. El investigador se encarga de hacer el trabajo dentro del ámbito de interés, reflexiona sobre él y lo contextualiza”, por tal motivo, la particularidad de estas investigaciones recae en la forma de promover la exploración y reflexión entre los marcos teóricos y los productos de diseño dentro de un ambiente controlado para su interpretación.

Este estudio promueve que las propuestas de diseño posean un valor más allá del objeto producido, sirviendo la práctica como un medio para dar respuestas a preguntas más amplias que el objeto mismo, generando una reflexión integral del estatus actual y de las fortalezas existentes para la implementación de proyectos de comunicación visual y diseño gráfico en los museos de ciencia. Se consideró pertinente analizar el problema en un contexto regional, para

la búsqueda de soluciones que evalúen múltiples visiones alrededor del fenómeno, generando un recorrido que vaya desde lo conceptual, hasta lo práctico.

Cada proyecto de diseño para la divulgación de la ciencia debe adaptarse según las necesidades de comunicación y el efecto que se pretende generar en el público. En el caso de esta investigación, se enfoca en las necesidades de los entornos relativos a exposiciones científicas, y desde ese punto de partida, se decidió iniciar generando la parametrización de variables de diseño que intervienen en el proceso de creación de los soportes para la comunicación pública de la ciencia, tanto en exposiciones de entornos formales, no formales, e informales.

Figura 1.
Estructura general de la investigación.



Nota. Principales tópicos abordados en la investigación. Elaboración propia, 2022.

La estructura de los capítulos se compone de ocho apartados, éstos dan cuenta de la revisión organizada de los subtemas necesarios para comprender el fenómeno en términos generales; se inicia con la descripción de premisas del protocolo que definen el planteamiento del problema, y que fueron la guía para la realización de la investigación, continuando con el marco metodológico, al igual concretan los enfoques, el diseño, las etapas y las técnicas de investigación utilizadas.

Dentro del tercer capítulo se delimitan las posturas teóricas y conceptuales que explican la comunicación pública de la ciencia, a la par que definen las posturas con las que se abordó el estudio en relación a los conceptos de ciencia, conocimiento, y comunicación, en conjunto con

un recorrido histórico que presenta la evolución de los conceptos a lo largo de las épocas de la humanidad, y con ellos, la comunicación del conocimiento derivado de la ciencia y la tecnología, para lo cual se exponen las opiniones de expertos en el tema. También se expresan las diferencias semánticas de la noción de “divulgación de la ciencia”, junto a las distancias y acercamientos con otros conceptos, mismos que dan soporte a la propuesta del modelo de comunicación visual para la divulgación científica.

En el capítulo cuarto se desarrolla una descripción de los modelos de comunicaciones desde sus orígenes, argumentando sus funciones, clasificaciones y antecedentes, y así, analizar las aproximaciones de los modelos de comunicación para la ciencia y los próximos a la percepción visual, por medio de una visualización de los diferentes modelos, que devela las relaciones que guardan entre sí, ya sea, por los enfoques o las escuelas teóricas en las que fueron producidos.

Para el capítulo cinco se amplían las reflexiones en torno a la temática de los museos de ciencia, y las condiciones actuales de estos a nivel nacional, para decantar en las particulares existentes de los correspondientes al estado de Baja California, mediante un acercamiento a sus estructuras organizacionales a voz de los propios tomadores de decisión para los contenidos visuales de estos recintos. Continuando con la definición de los públicos de la divulgación científica, y su vínculo con la percepción pública de la ciencia y sus museos.

Para el sexto capítulo se exploran las condicionantes óptimas que debería poseer un diseño de exposiciones mediante la parametrización de los principales elementos de legibilidad, de ergonomía y antropometría a nivel conceptual, y posteriormente contrastados con las condiciones de aplicación de los museos de ciencia de Baja California.

Finalmente, el último apartado describe la propuesta del modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia en los museos, en vinculación con la metodología de aplicación, sus elementos y características principales, así como el experimento de diseño desarrollado para su validación y testeo.

CAPÍTULO I

Problematización

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desafortunadamente, los conocimientos obtenidos de la ciencia no necesariamente son comprensibles para todos los públicos, requiriendo así de la mediación especializada de profesionales que permitan hacer comprensible la información científica al público lego. Es por ello que, desde hace décadas, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), han señalado el derecho a la información y al conocimiento científico como un elemento fundamental en el desarrollo de las sociedades actuales.

Referentes como el Informe McBride, también conocido como “Un solo mundo, voces múltiples”, publicado por la UNESCO en 1980, que se enfocó en plantear sistemas de comunicación más justos y adaptados a los países en vías de desarrollo, han buscado visibilizar la necesidad de igualar las condiciones de acceso a la información, esfuerzos que han continuado como en la “Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico”, propuesto en Hungría en el año de 1999 por la misma organización.

El nivel de desarrollo social de una comunidad se vincula directamente con las habilidades cognitivas de sus individuos, y de esa afirmación, se asume que lograr una correcta asimilación de ciencia básica, y conseguir incorporar esos conocimientos en la vida diaria, es fundamental para la mejora de las sociedades de cualquier orden económico. A la par, se reconoce que el potencial de la educación y la comunicación para lograr generar las anteriores circunstancias en sociedades en vías de desarrollo, puede verse favorecido si cuenta con el apoyo de profesionales en la creación de contenidos visuales, que consigan acercar “la ciencia” a un proceso de la transmisión efectiva y lúdica del conocimiento.

La divulgación de la ciencia a través de la comunicación visual busca, por definición, generar un diálogo que participe en la comprensión del mundo, que provea de un cúmulo de herramientas para el entendimiento lógico, teórico y razonable del acontecer diario; que logre hacer próximos los conocimientos que le permitan al individuo generar habilidades, para la construcción de un futuro más prometedor y con mayores herramientas para avanzar en el desarrollo social, condiciones que resultan tan necesaria para las comunidades de nuestro país, ya que lo

anterior, permite a los individuos tener un desarrollo económico más elevado a largo plazo, debido a la optimización del manejo de sus recursos y mejora en la toma de decisiones.

Por lo anterior, el interés de la presente es promover la comunicación visual en la divulgación científica para facilitar herramientas que permitirán mejorar el impacto y efectividad de los productos visuales utilizados en las exposiciones de carácter científico, a partir del desarrollo de un modelo de comunicación que se fundamenten en el diseño gráfico, que favorezcan la difusión del conocimiento especializado al comprender la importancia del proceso interpretativo del contenido en los museos.

Actualmente, los modelos, métodos o metodologías para la producción visual de comunicación de la ciencia, se centran en el proceso de envío del mensaje, sin trasladar la teoría a la práctica de la divulgación científica. Este estudio toma como punto de partida los referentes teóricos de los modelos críticos, como son el modelo democrático, contextual, de experiencia laica, participación pública y conocimiento circulante, que pueden ser contrastados con el modelo tradicional de déficit, mismos que sirven para poner en perspectiva la estructura comunicativa de cada proceso.

En una primera aproximación al fenómeno de la divulgación de la ciencia desde la comunicación visual, se desarrolló un estudio exploratorio realizado en el 2016, en el cual participaron miembros de diversas instituciones encargadas en ciencia de la ciudad de Ensenada, como el Centro de Nanociencias y Nanotecnología, el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California y el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, en el mismo, se descubrió que los esfuerzos de los divulgadores de la ciencia de dicha ciudad, se ven reducidos por la falta de materiales visuales de apoyo, y que el problema de comunicación visual para la comprensión del conocimiento especializado, además de ser multifactorial también es urgente, este argumento encabezó la lista de preocupaciones manifestadas por los divulgadores¹.

¹ Capítulo de libro: “Percepción de la comunicación visual de la divulgación científica en Ensenada, Baja California (estudio de caso)” presentado por MAV. Martha Alcaraz Flores y MC. Rubén Roa Ledesma en libro “Ventanas a la divulgación científica, miradas desde la comunicación el diseño y las artes” (2018), editado por la Universidad Autónoma de Baja California. Recurso disponible en línea para descarga gratuita desde el sitio web: <http://arquitectura.mx.l.uabc.mx/publicaciones/ventanas.pdf>

En el mismo estudio se reveló que las condiciones de operación dentro de la comunidad científica de la misma ciudad, requerían de ser comprendidas bajo un contexto regional, para realizar una revisión que atendiendo las particularidades existentes como zona económica y geográfica, para ofrecer datos representativos y certeros como entidad política. Ya que, la divulgación de la ciencia en México, posee características distintas dependiendo del enfoque con el que se estudia y de la región en la que se desarrolla, y mucho de lo que conocemos en la actualidad sobre el fenómeno de la comunicación de contenidos científicos, tiene como referencias las iniciativas y estudios implementados en el centro del país, por ello, en la presente investigación se busca analizar contextualmente el fenómeno dentro de los museos del estado de Baja California, para generar estrategias que intervengan con eficacia a la mejora de procesos para la divulgación del conocimiento científico, pero principalmente para concluir con un modelo de comunicación visual para la ciencia en espacios museográficos con un esquema que sea transferible y útil para cualquier interesado, estando sostenido en los fundamentos básicos del diseño gráfico y la comunicación visual, permitiendo trasladar códigos y mensajes al lenguaje visual.

1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

PREGUNTA GENERAL

¿Cuáles son los requerimientos que debe poseer un modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia en entornos museográficos de Baja California, que tenga como finalidad alcanzar estándares óptimos de producción gráfica?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

1. ¿Cuáles son los elementos necesarios para la generación de condiciones óptimas en un proceso de comunicación visual dentro de entornos de exposición en los museos de ciencia del estado de Baja California?
2. ¿Cuál es la relación que existe entre los modelos de comunicación científicos y visuales con los productos de diseño gráfico en los museos de ciencia?
3. ¿Cuál es el perfil de los agentes que intervienen en los procesos de producción y recepción de los mensajes visuales en los museos de ciencia?

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia, que defina estándares óptimos de producción gráfica para la mejora de los procesos de apropiación científica en los museos de Baja California.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Categorizar los elementos de diseño en entornos expositivos, para el reconocimiento de condiciones óptimas de recepción de la comunicación visual dentro de los museos de ciencia del estado de Baja California.
2. Identificar la relación existente con los modelos de comunicación científicos y visuales.
3. Definir los públicos que asisten a los museos y el perfil de los agentes que intervienen en los procesos de producción y recepción de los mensajes visuales.

1.4 ESTADO DEL ARTE

Para la revisión de literatura disponible respecto al tema de los Modelos de Comunicación Científicos y Visuales, se realizó inicialmente una búsqueda de trabajos de tesis en los repositorios de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), mismos que, cabe destacar son las dos instituciones en México que cuentan dentro de su oferta educativa, con programas de posgrados en el área de divulgación científica, tales como: Filosofía de la Ciencia, y en Comunicación de la Ciencia y Cultura, respectivamente a dicha oferta educativa se suman los posgrados en el resto de Latinoamérica, que añaden a Brasil con cinco programas, Colombia y Argentina con un programa para cada país, de los cuales la mayoría fueron creados en los últimos diez años, según la verificación realizada por Massarani en el 2016, dentro del artículo Posgrado en Comunicación de la Ciencia en América Latina.

Las referencias anteriores permiten reconocer los trabajos análogos de investigación en posgrado para tenerlos a consideración, obtenido el mayor número de referencias en temáticas asociadas a las del presente estudio, en la Repositorio Institucional de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia y el Repositorio Universitario Especializado en Comunicación Pública

de la Ciencia, ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México. Después de explorar otros espacios que fueron de utilidad como: el Red Federada de Repositorios Institucionales y Temáticos de Acceso Abierto de México y el Repositorio Nacional, destacando en la búsqueda los resultados arrojados por la “Red de repositorios de acceso abierto” (La Referencia), en la que se tiene acceso abierto y gratuito a textos completos de diferentes producciones científicas generadas en las instituciones de educación superior e investigación de América Latina, obteniendo en la exploración de textos sobre “modelos de comunicación” 150 resultados, de los cuales 42 son artículos, 89 son tesis de maestría y 13 son de doctorado, aclarando que estos diferentes recursos académicos fueron elaborados en el periodo del año 2000 al 2019.

Para el análisis de las investigaciones análogas, posterior a la búsqueda general de recursos asociados con “modelos de comunicación para la ciencia o en entornos de divulgación y museográficos”, se efectuó una depuración, y al categorizar los textos resultantes de la revisión de investigaciones de posgrado, se concluyó que son 14 tesis (seis de doctorado y ocho de maestría), los proyectos de investigación que mayor similitud tienen con el tema propuesto en esta investigación. De estas 14 tesis cuatro proponen modelos de comunicación de la ciencia, tres de ellas son de México y la cuarta de España, el resto de investigaciones aborda temáticas asociadas, pero con menor grado de proximidad al objeto de estudio.

A la revisión de recursos bibliográficos digitales se agregó la búsqueda de artículos, y de los encontrados se dividieron en tres temas recurrentes: 1) modelos de comunicación visuales y científicos, 2) comunicación para la ciencia, 3) museos de ciencia. Teniendo como criterio de búsqueda en inglés, los títulos relacionados con *science communication model*, *visual communication model*, *social communication of science*, *appropriation scientific knowledge*. en bases de datos como la de *Scopus*, *Elsevier*, *Ebsco*, *Mendeley*, y *Google Académico*.

Los artículos y reportes de investigación, así como los libros publicados en idioma inglés y generados en Estados Unidos y/o Europa, que son producto de la colaboración de investigadores de ambos continentes, muestran sin duda nuevos escenarios y ensanchan el campo de estudio de la comunicación de la ciencia, entre los que destacan los siguientes tres trabajos: a) *The science of science communication*, de Baruch Fischhoff y Dietram A. Scheufele, publicado en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, en el 2013. La ciencia de la

comunicación de la ciencia, fue el título del Coloquio de la Academia Nacional de Ciencias en Washington que se celebró en mayo de 2012. Este es el mismo título para el artículo de Baruch Fischhoff y Dietram A. Scheufele, donde resaltan que todos necesitamos a la ciencia para tomar decisiones efectivas en nuestras vidas, además de ser una potencial fuente de evidencia para resolver las interrogantes que nos plantea la realidad.

b) *Geoengineering and Climate Change Polarization: Testing a Two-Channel Model of Science Communication*, de los autores Dan M. Kahan, Hank Jenkins-Smith, Tor Tarantola, Carol L. Silva, y Donald Braman, fue publicado en *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, en febrero del año 2015. El artículo se traduce como: la polarización en torno a la Geoingeniería y el cambio climático, y su análisis a través de un modelo de comunicación científica de dos canales, fue realizado como un estudio a un universo de 1500 personas, un grupo en Estados Unidos y el otro en Inglaterra.

Mediante la aplicación de una estrategia de comunicación científica de dos canales, que combina contenido de información (Canal 1) con significados culturales (Canal 2), se probó que el contenido de información científica sobre el cambio climático se mantuvo constante mientras el significado cultural de esa información se manipuló experimentalmente. Encontraron que la polarización cultural sobre la validez científica del cambio climático se vio compensada por la sensibilización de los ciudadanos sobre la posible contribución de la geoingeniería como suplemento a la restricción de emisiones de CO₂.

c) *Public communication of science 2.0*, de Hans Peter Peters, Sharon Dunwoody, Joachim Allgaier, Yin-Yueh Lo, y Dominique Brossard. Publicado en la Revista de la Organización Europea de Biología Molecular, en 2014. El artículo destaca que la comunicación entre los científicos y el público está cambiando gracias a la rápida evolución de Internet y la fusión de la comunicación individual con la opinión pública, dado que los servicios de comunicación basados en la Web han derribado las barreras de la comunicación tradicional que separaba a los comunicadores profesionales del gran público de los medios impresos. Además, la tecnología ha permitido trascender el modelo en el cual la ciencia se transmitía desde un remitente, es decir, los científicos, a través de periodistas a la gran audiencia, lo que supone nuevos retos en el campo de la comunicación de la ciencia.

En cuanto a libros en idioma inglés, destacan dos publicaciones: *Handbook of public communication of science and technology*, coordinado por Massimiano Bucchi y Brian Trench, y publicado por Routledge en 2008. Este manual escrito por múltiples autores, es una verdadera guía para introducirnos en una amplia gama de plataformas comunicativas como son los libros de ciencia popular, el periodismo científico, los museos de ciencias, la cinematografía científica, o las teorías de la comunicación pública de la ciencia. Es un buen ejercicio que muestra que en Estados Unidos y Europa el campo de la comunicación de la ciencia ha estado creciendo e incorporando nuevos enfoques y asimilando plataformas como el internet. El manual da un panorama general de los diversos campos de especialidad en la comunicación de la ciencia, y hace un balance de su estado actual y los retos por venir.

Otro caso de gran valor es, *The Sciences Media Connection – Public Communication and its Repercussion*, editado por Simone Rödder, Martina Franzen, y Peter Weingart. Publicado por Springer, en el 2012. Dicho volumen explora el impacto de la comunicación científica sobre la producción de conocimiento científico, así como las interacciones entre la ciencia y el público, donde destaca el concepto de "mediatización" de la ciencia" el que describe la cambiante relación entre la ciencia y los medios de comunicación, los que en las últimas décadas han logrado un creciente dominio en la comunicación pública.

Los casos anteriores, representan una revisión de las instituciones hispanoamericanas que producen literatura asociada a la comunicación pública de la ciencia, y modelos de comunicación, a los trabajos de investigación de nivel posgrado que han realizado estudios semejantes a presente, a algunos casos de éxito emblemáticos para abordar la temática y para representar las posibilidades de cambio de abordar e implementar proyectos asociados estas áreas de estudio.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pretende apoyar al sector científico y educativo de la región mediante el análisis conceptual, teórico y contextual, de la comunicación visual en los museos de ciencia de Baja California, que da cuenta de la relación del diseño gráfico y la comunicación visual en

entornos expositivos de los museos, a la par que documenta y genera un marco de referencia para el desarrollo de investigaciones futuras.

Los resultados derivados del estudio servirán a las organizaciones e institutos asociados a la investigación en ciencia y tecnología de Baja California, quienes podrán contar con un modelo y una metodología operativa para la comunicación visual de la ciencia, que les permita mejorar los procesos dialógicos entre el sector científico y la sociedad, para posibilitar una socialización de la información, que traduzca del mensaje especializado y facilite la comprensión de los conocimientos científicos a la población en general.

Entre las contribuciones que se estima obtener con esta investigación está el conocimiento de los públicos de los museos en Baja California, junto al estudio de los materiales visuales en dichos recintos, permitiendo contextualizar los procesos comunicativos y beneficiando directamente a los museos y a las teorías de la comunicación pública de la ciencia.

Señalar una correcta divulgación de la ciencia, implica también, generar beneficios a la disciplina de diseño gráfico, al evidenciar la importancia que tiene la comunicación visual en la producción de contenidos de calidad y de fácil comprensión para los usuarios, que además del correcto discurso textual, deberán acompañarse de una correcta capacidad de codificación visual. Reconocer el valor agregado que los aportes del diseño y la comunicación ofrecen a los procesos de socialización de las ciencias, permite mejorar la comunicación visual y precisar normas básicas para el desarrollo de proyectos visuales, haciendo más eficientes los tiempos de manufactura y los recursos económicos, así como la toma de decisiones de diseñadores, dirigentes de museos y asesores de proyecto.

Por lo anterior, esta investigación contribuirá a hacer más eficaces los procesos de comunicación visual de quienes divulgan el conocimiento científico en el estado de Baja California, y particularmente en los museos o espacios expositivos, al ofrecer herramientas producidas y validadas para la generación de materiales de diseño gráfico.

CAPÍTULO II

Marco metodológico

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se planteó el uso de una metodología de carácter cualitativo, por el tipo de datos requeridos para el análisis del objeto de estudio. Tal como lo plantea Carlos Muñoz, “ninguna ciencia tiene métodos, técnicas o instrumentos de recolección de información exclusivos” (2016, p.98), por lo cual, se revisó una amplia gama de instrumentos de investigación para reconocer la esencia de cada técnica, y aplicar el formato más apropiado según el objetivo planteado en cada uno de las etapas de la investigación.

En reflexión a lo que comenta Greene, una metodología está constituida por “cuatro dimensiones fundamentales: sus supuestos filosóficos (bases conceptuales), sus lógicas de investigación (propósitos y justificaciones), sus procedimientos para la práctica (métodos y técnicas) y sus compromisos sociopolíticos (el rol del conocimiento en la sociedad)”, (2006, p.08), se reconoció en los cuatro pilares anteriores, el carácter etnográfico y cualitativo del estudio, por su asociación a la lectura visual, y a la transmisión del conocimiento científico.

Al definir la elección del enfoque, se compararon previamente los elementos más significativos de los modelos cuantitativos y cualitativos, para profundizar las premisas desde diversos ángulos, aunque en todo momento existió una evidente tendencia hacia el enfoque cualitativo, ya que ofrece una mayor riqueza de recursos para profundizar en los elementos subjetivos del fenómeno, así como contextualizar las interacciones de los usuarios en los espacios de aprendizaje que proveen los museos de ciencia.

Tabla 1.
Comparativa de investigación cuantitativa y cualitativa.

No.	Investigación Cuantitativa	Investigación Cualitativa
1	Se parte de una realidad objetiva que existe y se explora, con la cual, se realizan experimentos y medir variables.	La realidad existente es subjetiva, se describe e interpreta desde los constructos y formas de proceder grupales.
2	Se favorece la información comparativa por datos numéricos que se interpretan principalmente de forma estadística.	La información que se produce es principalmente documental, de observación, análisis e interpretación, que el investigador argumenta.
3	Se asume una lógica deductiva, que parte de lo general a lo particular, manteniendo distancia del fenómeno, de forma pasiva y separada.	Se asume una lógica inductiva, que parte de lo particular a lo general, en la que el investigador permanece próximo, empático e involucrado en los hechos.

4	El investigador posee una participación neutral dejando de lado sus propios valores y convencionalismos para evitar sesgos en los resultados.	El investigador posee una participación activa, con una posición personal explícita, que parte desde su visión del mundo.
5	Los planteamientos y el diseño de la investigación se realizan desde una posición de estructura delimitada y poco flexible.	Los planteamientos y el diseño de la investigación suelen ser libres y gozan de gran flexibilidad de acción.
6	La posición teórica resulta crucial para el desarrollo de planteamientos y el contraste con investigaciones previas.	La posición teórica proporciona una dirección de partida, pero los principales fundamentos provienen de la revisión empírica.
7	Se estructuran hipótesis al inicio que buscan ser aceptadas o rechazadas en base a las evidencias concluyentes.	La hipótesis puede generarse a lo largo del estudio e incluso hasta el final de este.
8	Suelen tener una amplia cantidad de participantes para generalizar los resultados del estudio.	No se busca generalizar los resultados, ya que se consideran las especificidades de la individualidad y los casos de estudio.
9	Los resultados se presentan en datos confiables, mayoritariamente numéricos, que se recolectan mediante instrumentos estandarizados.	Usualmente los resultados son textos, narraciones y análisis a profundidad, que proporcionan los contextos y significados de las experiencias vivenciales.
10	Poseen métodos de verificación y comprobación de resultados, derivados de instrumentos, que buscan la objetividad, manteniendo al investigador al margen de los datos.	El análisis de datos proviene de la descripción del investigador, que suele estar inmerso en el fenómeno y observar de forma participante, mismo que valora los resultados desde su propia experiencia.

Nota. En la comparativa se pueden identificar las posiciones teóricas y postulados de los que se derivan las investigaciones desde los diferentes enfoques, así como las definiciones de muestras, resultados, hipótesis y la postura del investigador. La síntesis de la comparativa se basa en la "Metodología de la investigación" de Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, y Pilar Baptista Lucio del 2007, en conjunto con la "Metodología de la investigación" de Carlos Muñoz Rocha. publicada en el año 2017. Elaboración propia 2020.

En el enfoque cualitativo, las preguntas e hipótesis, así como la investigación misma posee la flexibilidad suficiente para reinventarse por etapas, en la cual, "la acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien "circular" en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio". (Hernández, Et Al, 2007, p.7)

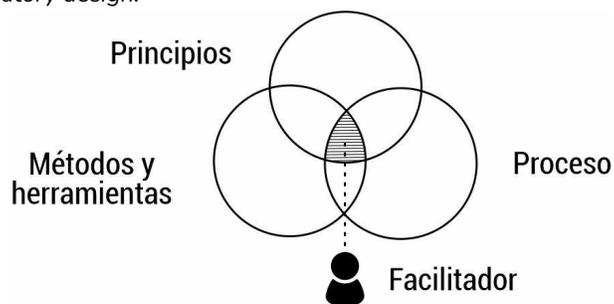
Uno de los elementos de especial consideración para el uso de un enfoque cualitativo, fue la afinidad existente con el pensamiento de diseño, mismo que puede concebirse como una metodología, pero principalmente como una perspectiva filosófica para el desarrollo de investigación aplicada, en este caso particular, en el área de diseño gráfico y comunicación visual, debido a la tendencia de propiciar la búsqueda de soluciones creativas e innovadoras,

así como por su fuerte inclinación hacia las técnicas de investigación sociales y los métodos cualitativos, mismos que son necesarios para plantear un enfoque centrado en el humano.²

Otra consideración del método científico mediado por la visión del pensamiento de diseño, son los planteamientos principales que se asocian a la importancia del trabajo en equipos transdisciplinares, es decir, a la colaboración de los agentes que intervienen en el fenómeno, la consideración de los usuarios internos y externos, y la cooperación que plantea entre todos los involucrados para llegar a resoluciones de problemas.

Estos grupos de personas cruzan constantemente la frontera de sus áreas de formación profesional en aras de generar propuestas innovadoras, que sean apropiadas para todos los integrantes del equipo y de los usuarios. El resultado de este trabajo es la “co-creación”, que no solo permite la inclusión de opiniones sino que también facilita los procesos de validación y el acercamiento a las metas, ya que siempre que se plantea el diseño de objetos o servicios, se debe considerar diseñar para el usuario y “con el usuario”, tal como se explica de manera amplia en la sección de “enfoque de esta investigación”.

Figura 2.
Components of good participatory design.



Nota. El diagrama plantea que para la co-creación se requiere de una adecuada facilitación para lograr un proceso de diseño participativo eficaz, en conjunto con tres áreas clave: adherirse a los principios básicos, diseñar un proceso apropiado y aplicar las herramientas y métodos adecuados. Retomado y traducido de *Participate in Design* (2021), <http://participateindesign.org>.

Cabe aclarar que la presente investigación nace desde la esfera académica y posee un responsable técnico, por lo cual, los trabajos en equipos de diseño se desarrollaron mediados por la facilitación del responsable (denominado en lo sucesivo como: el facilitador), mismos que se generan en redes de conocimiento de distintos grupos de especialistas y usuarios,

² En el apartado de Enfoque de Investigación se desarrolla una explicación sobre el “pensamiento de diseño” y sus principales características metodológicas aplicadas en esta investigación.

mediante la gestión guiada de las capacidades humanas para aportar distintas perspectivas en diferentes momentos del proyecto.

El “pensamiento de diseño” como metodología, se incorpora de forma natural a los procesos de investigación de métodos cualitativos, que proporcionan al proyecto la integración puntual de técnicas para observar, analizar e interpretar el fenómeno, mediante “la incorporación intencional y planificada de múltiples modelos mentales, considerando su diversidad constituyente a nivel de posturas metodológicas, epistemológicas y disciplinares, en un mismo proyecto de investigación que pretende una mejor comprensión del fenómeno en estudio” (Greene, citado en Cabalin, 2014, p.61).

Las herramientas tradicionales del método científico en conjunto con la visión del pensamiento de diseño, permiten fortalecer la instrumentación y minimizar las debilidades de recolección de datos únicos, al propiciar diversidad de técnicas y planteamientos. En la convergencia de métodos se plantea la triangulación y complementariedad para mejorar el análisis del fenómeno, favoreciendo así la expansión de perspectivas y la veracidad de los resultados.

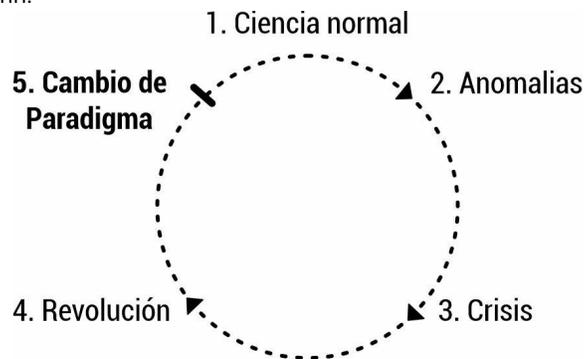
2.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El pensamiento de diseño nace de las grandes rupturas generadas durante el siglo XX y de los cambios de paradigmas que supusieron una nueva forma de entendimiento de la ciencia y de sus métodos. Dicho de otro modo, el cambio de paradigma en el terreno del diseño, obedece a una nueva comprensión del mundo, “se trata de la creación y el uso adaptativo de un cuerpo de comportamientos y valores. Este objetivo contrasta con el modelo disciplinario predominante basado en la creación y validación de un cuerpo de conocimientos, aunque complementario al mismo”. (Plattner, 2011, p.XIV)

La mudanza hacia una visión del diseño distinta, se soporta desde el patrón de cambios en los paradigmas epistémicos como fue planteado por Thomas Samuel Kuhn, en su libro: *La estructura de las revoluciones científicas* de 1962, en el que presenta, la “ciencia normal”, como la que se encuentra legitimada en un momento histórico determinado, misma que provee de estabilidad y equilibrio sobre los conocimientos validados, pero que en algún punto habrá de generar un proceso de “anomalías” o discrepancias con los postulados de la comunidad

científica, los que eventualmente producen una “crisis” en el sistema, que a su vez, desencadenará una “revolución epistemológica”, que terminará por dar pie a un cambio de paradigma. Esta cadena de eventos habrá de repetirse continuamente a lo largo de la historia, generando que el paradigma epistémico anterior se entienda como una “pre-ciencia”, que da las bases del nuevo paradigma.

Figura 3.
Ciclo de los paradigmas de Kuhn.



Nota. Patrón de cambio de un paradigma propuesto por Thomas Kuhn, derivado de su libro *La estructura de las revoluciones científicas* de 1962. Adaptación y elaboración propia (2021).

En tal sentido, como plantea Bruno Latour (2008), el diseño es cada vez más importante para la producción de objetos cotidianos, pero también de las ciudades, los cuerpos, los paisajes de las naciones e incluso para la naturaleza misma, en *A caution prometheus? A few steps toward a philosophy of design*, expone que el proceso de diseño, nunca inicia desde cero, ya que “diseñar es rediseñar”, y en ello, el verbo también se concibe como crear, colonizar, renovar, romper o generar una revolución.

Con el concepto de revolución, Latour vincula las rupturas de los paradigmas propuestos por Kuhn, dotando de sentido a aquellos puntos de inflexión, que permiten enlazar las prácticas previas con las nuevas formas del hacer, pero también de comprender las variantes semánticas del concepto de diseño, que dentro de esta revolución, proponen una transmutación de la generación de productos y servicio, a proyectos en todos los niveles de índole humano, dando cabida al planteamiento de que la ciencia, así como la realidad, también se diseñan. Ya que, tal como lo indica Yayici (2016), “el pensamiento de diseño no se trata de píxeles, apariencia o estética visual. Es el enfoque de un diseñador que también pueden aplicar los no diseñadores

para satisfacer las necesidades y resolver los problemas comerciales, sociales y cotidianos de las personas”. (p.15)

En la revisión de diversos autores se puede distinguir al pensamiento de diseño desde dos esferas que comprenden: a) la resolución de problemas, y, b) la gestión de la innovación, que se caracterizan por el modo de pensamiento, los propósitos, la metodología aplicada, así como el tipo de problema y de trabajo para la solución del fenómeno.

Tabla 2.
Comparación entre los dos enfoques del Pensamiento de Diseño.

Características	Pensamiento de Diseño como resolución de problemas	Pensamiento de Diseño como gestión de innovación
Modo de pensamiento	Abductivo	Deductivo / Inductivo / Abductivo
Propósito	Resolver problemas indeterminados	Gestionar la innovación en un proceso creativo
Metodología aplicada	“Encuadrar” Problema / Solución	Analizar - Diseñar - Prototipar - Validar
Tipo de problema	Indeterminado	Indeterminado
Modo de Trabajo	Introspectivo / Colaborativo	Colaborativo / Etnográfico
Conceptos clave	Problemas indeterminados. Abducción, encuadre.	Problemas indeterminados, diseño centrado en las personas, estudio etnográfico.
Textos clave	(Rittel & Weber, 1973; Simond, 1996); (Schön, 1998; Dorst, 2011.)	(Kelley & VanPatter, 2005); Fulton & (Gibbs, 2006; Brown, 2009)

Nota. Retomado del artículo: “Fundamentos del pensamiento del Diseño”, de Córdoba, A., Arteaga, J. & Bonilla, H. (julio-diciembre, 2015, p.48).

Para Carlos Córdoba, en el proceso de “resolución de problemas” se han concentrado autores como: Peter Rowe y Nigel Cross, y en el grupo enfocado a la gestión de innovación colaborativa, se distinguen: Jane Fulton y Tim Brown. “Así, en tanto el primer grupo enfoca el Pensamiento de Diseño como un modo de conocimiento producto del ejercicio proyectual de las disciplinas del diseño, el segundo grupo lo enfoca como una metodología de gestión de proyectos centrada en las personas”. (Córdoba 2015, p.41)

Cabe destacar que, al hablar de solución de problemas, se abre paso a la discusión de una metodología de diseño en un sentido amplio, a un nivel que pueden ser sustituida por parámetros metodológicos que apenas se perfilan con finas concepciones de pasos que no son

lineales, sino una secuencia iterativa y cíclica, y que no estarán obligados a llegar a los mismos resultados que otros proyectos semejante, debido a que el pensamiento de diseño asume que cada problema posee sus propias particularidades, denominando a estos como: problemas perversos (*wicked problem*), problemas complejos, retorcidos o indeterminados.

La concepción de “problemas perversos” es acuñada por Horst Rittel³ y Melvin Webber en 1973, y “se utiliza para describir aquellos problemas que son difíciles de resolver ya que están incompletos, sus requisitos cambian constantemente y existen diversos intereses relacionados con los mismos. (...) Una característica de los problemas complejos es que la solución de una parte del problema suele causar otros problemas. (Leinonen, T., 2014, p.108).

Concebir los fenómenos a resolver como “problemas perversos”, permite enfocar la solución hacia lugares desconocidos, siendo representados como problemas únicos, con discrepancias de resolución, sin definiciones típicas y por tanto, sin posibilidad de mediar los resultados como verdaderos o falsos, ya que no hay una evaluación definitiva para ellos. De tal suerte que, la falta de certezas que generan estos problemas perversos, “permiten afrontar problemáticas complejas desde nuevas perspectivas, del mismo modo que abren las puertas a nuevas maneras de enfrentar el proceso de diseño”. (Rodríguez, 2015, p.94)

Si bien, para este estudio se comprende el diseño como “una actividad proyectual comprometida con la conceptualización, la formalización y la capacidad de resolución técnica de distintos tipos de procesos” (Rivera, 2017, p.17), es necesario ampliar la panorámica de la investigación aplicada y proyectual, hacia una definición del pensamiento de diseño, que de acuerdo con Nigel Cross, se comprende como las habilidades de “resolución de problemas mal definidos, la adopción de soluciones centradas en estrategias cognitivas con el empleo del pensamiento abductivo y la utilización de soportes de modelado no verbales”, (Córdoba, 2015, p.40) a su vez, Tim Brown explica que, “el *design thinking* no sólo está centrado en la persona, sino que es profundamente humano. Se basa en nuestra capacidad de ser intuitivos, de

³ “Rittel introduce la noción de “problemas perversos”, enfatizando su contexto social y político. Además, critica la insuficiencia de los procesos científicos y profesionales existentes basados en Newton, porque los problemas perversos no pueden resolverse mediante procesos tradicionales y formulados. Sugiere que el modelo de planificación ideal es un proceso cibernético, orientado a objetivos y que involucra retroalimentación”. (Rith, C., & Dubberly, H. (2007, p.5)

reconocer patrones, de elaborar ideas que tienen un significado emocional y una funcionalidad, para expresarnos en ámbitos que no son ni palabras ni símbolos”. (2020, p.20)

El Pensamiento de Diseño, mayormente conocido en esferas internacionales como: *design thinking*, “combina técnicas heurísticas con procedimientos analíticos, para detectar necesidades y solucionarlas con resultados viables y factibles desde el punto de vista tecnológico. Requiere de un enfoque interdisciplinario centrado en las personas. Su metodología atiende las necesidades del usuario con el fin de configurar un modelo que garantice la interacción óptima entre prototipos y destinatarios”. (Frías, 2019,p.47)

En términos generales, podemos definir el quehacer del pensamiento de diseño como la búsqueda de soluciones, estrategias y visiones poco convencionales alrededor del fenómeno, ya que proyecta la resolución de problemas de forma innovadora, mientras se accede a distintos puntos de vista.

Idris Mootee (2013), propone diez principios que perfilan el pensamiento de diseño, mencionando que: está orientado a la acción, se siente cómodo con el cambio, está centrado en el ser humano, integra la previsión, es un proceso constructivo y dinámico, que promueve la empatía, reduce los riesgos, puede crear significados, puede llevar la creatividad empresarial al siguiente nivel y actualmente es la nueva lógica competitiva de la estrategia de negocios.

A partir de las premisas anteriores se definen cinco principios del paradigma del pensamiento de diseño, que se integran en este estudio y formulan los modos de hacer y de comprender el ejercicio proyectual del diseño.

Tabla 3.
Principios del pensamiento de diseño.

#	El pensamiento de diseño...	lo cual, significa que...
1	celebra <i>creatividad</i> ,	fomenta una cultura de cuestionamiento, inspira la reflexión y la acción, abraza la ambigüedad y comunica ideas que crean significado mediante la facilitación gráfica, producto de múltiples iteraciones y reflexiones.
2	es iterativo,	opera desde un proceso constructivo y dinámico que requiere una definición, redefinición, representación, evaluación y visualización continua. Que explora y reduce riesgos al anticiparse a las fallas futuras, por el perfeccionamiento del plan inicial.

3	está centrado en el ser humano,	pone las necesidades de los usuarios en el centro de todo, incluidas las no articuladas, insatisfechas y desconocidas; por medio de la empatía se definen las capacidades y el comportamiento de los usuarios.
4	facilita la inclusión,	promueve nuevas formas de ver los problemas, para que estos incluyan diseños para todos los usuarios.
5	considera la colaboración,	propone un enfoque multidisciplinario de aprendizaje práctico para la resolución de problemas, a la vez que es disruptivo y provocador por naturaleza, porque considera las opiniones de los grupos involucrados.

Nota. Secuencia sintetizada de cinco principios del pensamiento de diseños, retomados del trabajo de Idris Mootee (2013). Traducción y elaboración propia (2021).

Aunado a los principios planteados por Idris Mootee, el paradigma del pensamiento de diseño propone restricciones que deben examinarse desde “tres criterios que se solapan para lograr ideas de éxito: *factibilidad*, lo que es posible funcionalmente en el futuro próximo; *viabilidad*, lo que es probable que pase a formar parte de un modelo de negocios sostenible y *deseabilidad*, lo que tiene sentido para las personas”. (Brown, 2009, p.35)

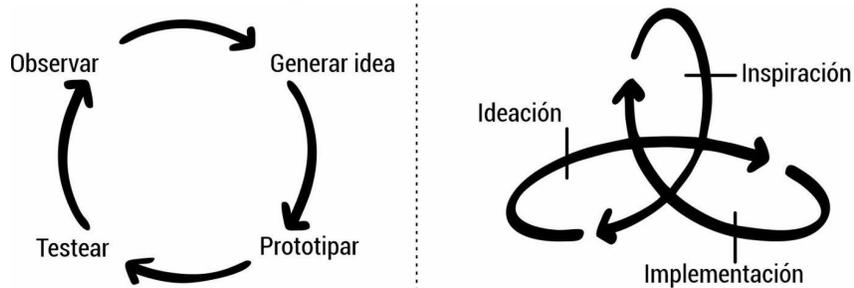
En relación a la forma de trabajo que adopta en la filosofía del pensamiento de diseño, se destaca que se resta importancia a los equipos de trabajo numerosos y al levantamiento e implementación de técnicas de investigación con una gran cantidad de variables a medir o de muestras a considerar. En cambio, se fortalece el trabajo y muestreo en núcleos pequeños y no probabilísticos, posibilitando la simultaneidad de varias actividades de diseño y agilizando así los procesos de investigación e innovación.

Los límites de investigación dentro del pensamiento de diseño se desarrollan de forma más intuitiva que en los métodos tradicionales, permitiendo la generación de un documento base que establezca las prioridades a estudiar de forma completa, pero con procesos lo suficientemente distendidos para dar margen a la iteración⁴, dando oportunidad a reflexionar sobre los cambios y hallazgos que se presenten a lo largo de cada fase del proyecto, propiciando profundizar y regresar las veces que sean necesarias a la búsqueda de los objetivos primarios. Ya que, como propone Frascara (2011, p.24), “se basa en la producción de prototipos tentativos, su testeo, la incorporación de ajustes y el desarrollo de nuevos testeos, hasta que el producto parezca haber llegado al nivel de desempeño esperado”. Transformando

⁴ Iterativo o iterativa se refiere a una acción que se realiza de forma repetitiva. El significado planteado por la Real Academia Española, expresa que es un: "procedimiento o método que llega a un resultado mediante aproximaciones sucesivas".

la incertidumbre que suele generar la libertad del método, en una alta capacidad analítica del conocimiento formal acumulado durante el proceso, ya que se busca continuamente la retroalimentación en cada uno de los pasos.

Figura 4.
The iterative cycle of human-centered desing.



Nota. Esquema del ciclo iterativo del diseño centrado en el humano, propuesto por Don Norman (2013), que se centra en la observación del usuario objetivo, para la generación de ideas, que se transforman en prototipos, y que habrán de ser probados hasta obtener el resultado deseado. A este proceso se le denomina método en espiral, para enfatizar que el progreso se da mediante cada iteración realizada. A un lado se acompaña de la ilustración de *The 3 core activities of desing thinking*, propuesta por IDEO.

Otro de los elementos fundamentales del pensamiento de diseño, es que coloca en su eje principal el diseño centrado en el humano, desdibujando la tradición de la investigación de escritorio, que, si bien es requerida para la comprensión del problema, está se habrá de tomar como punto de partida para transitar del conocimiento⁵ previo hacia la acción de generar soluciones para las personas. “La noción de diseño centrado en el usuario parte del supuesto que el objetivo del diseño no es la producción de objetos, sino la generación de reacciones deseadas (...) la creación de medios que sirvan a la gente para aprender, recordar, actuar, interactuar, realizar sus deseos y satisfacer sus necesidades”. (Frascara, 2011, p.23)

También conocido como *user experience (UX design)*, el diseño de experiencias, se centra en el usuario, en el reconocimiento de sus necesidades y de las respuestas que este ofrece a los estímulos visuales, táctiles y sensoriales, así como a la interacción con la propuesta de diseño. Se busca un enfoque que posibilite las descripciones culturales, mediante técnicas etnográficas, que permitan al grupo de diseño el acercamiento a la cosmovisión del usuario,

⁵ “Schön distingue básicamente dos componentes: por un lado, el saber proposicional de carácter teórico que corresponde a lo adquirido por medio del estudio científico en la universidad, lo que vulgarmente puede llamarse coloquialmente el saber de libro y, por otro, el saber-en-la-acción, procedente de la práctica profesional, y que es algo tácito, espontáneo y dinámico. Es probable que Schön pusiera los guiones del “saber-en-la-acción” para destacar que precisamente el saber está en la acción” (Domingo, A., 2011, p.2).

para lograr no solo el conocimiento de la realidad existente, sino propiciar una mejora sustancial en la misma.

Este enfoque de investigación considera desarrollar escenarios inclusivos desde el diseño universal⁶ (o diseño para todos), con el propósito de plantear soluciones para hacer accesible el conocimiento de los museos a una mayor cantidad de usuarios, tomando en consideración los siete planteamientos propuestos por el Centro para el Diseño Universal:

- “1. Equiparable: fácil de usar y adecuado para todas las personas independientemente de sus capacidades y habilidades.
2. Flexible: enfocado en un amplio rango de preferencias y habilidades individuales.
3. Simple e intuitivo: sin distractores ni complejidad adicional para el usuario.
4. Información fácil de percibir: cualquier información adicional confunde.
5. Tolerante a errores: debe minimizar las acciones accidentales.
6. Escaso esfuerzo físico: usado eficazmente y con el mínimo esfuerzo posible.
7. Dimensiones apropiadas: los tamaños y espacios deben estar al alcance, manipulación y uso de todos los usuarios”. (Martínez, 2014, p.23)

En conjunto con los postulados antes planteados, el pensamiento de diseño proyecta que para alcanzar los objetivos de un diseño incluyente que esté centrado en el humano, se debe considerar en el trabajo grupal una filosofía de co-creación, (también conocido como diseño colaborativo y co-diseño) que promueva la colaboración, y la asuma como uno un elemento de especial importancia para la comprensión de las problemáticas, así como para el desarrollo de propuestas que emergen de la suma de miembros con diferentes características y disciplinas, dado que la empatía que se instaura desde la primera esfera del proceso diseño, asume una lógica que fortalece la diversidad de puntos de vista por sobre la opinión generalizada de los métodos tradicionales.

Entendido que el diseño colaborativo “vincula las capacidades creativas de los diseñadores no solo con las de otros profesionales, sino también con la de los usuarios. El co-diseño es

⁶ “Diseño universal. También llamado “diseño para todos”, amplía todos los segmentos posibles que existen en el mercado. Satisface las demandas de la mayor cantidad de usuarios, sea que integren nichos específicos como los niños y los adultos mayores, sea que tengan capacidades diferentes. Para garantizar la máxima usabilidad posible, no solo se ocupa de plantear productos, sino también de entornos habitables de fácil acceso. El uso equitativo y flexible son algunos de sus principios”. (Frías, 2019,p.49)

sinónimo de creatividad colectiva. Su potencial como herramienta para el desarrollo de productos aporta pluralidad al integrar a todos los actores”. (Frías, 2019, p.46)

Respecto a la co-creación, IDEO plantea que se debe co-diseñar soluciones con personas de las comunidades específicas y con actores de la cadena de valor, ya que esto permite aprovechar el conocimiento local que posee una vasta experiencia del fenómeno. Y que “puede conducir a innovaciones que pueden adaptarse mejor al contexto y es más probable que se adopten, ya que la población local ha invertido recursos en su creación” (2011, p.84); sirve considerar la implementación de la co-creación participativa cuando las soluciones aparentes no poseen viabilidad para su adopción, aunado a lo anterior, Nour explica que es “un enfoque social para crear un valor futuro único con múltiples relaciones estratégicas. La co-creación puede llevar a atraer y retener talentos excepcionales; puede conducir a un gran diseño de producto nuevo o un camino inesperado al mercado”. (2017, p.2)

Cerrando las características del paradigma del pensamiento de diseño, que a su vez son los elementos adoptados para el desarrollo de esta investigación, sirve enfatizar que su relevancia consiste primordialmente en que es un enfoque planteado desde los estudios y las prácticas del diseño, que atienden a los problemas de las sociedades contemporáneas y en confabulación con sus principios, su metodología y su lógica procedimental se integrarán armoniosamente con el diseño de investigación elegido para efectuar el presente estudio.

2.3 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología que se ha estructurado para cumplir los objetivos de la investigación cuenta con dos etapas para la recolección de datos, las que a su vez contienen diferentes fases que compilan la implementación de una serie de instrumentos para el mapeo ordenado y sistematizado del fenómeno a estudiar y que consideran los pasos metodológicos del pensamiento de diseño.

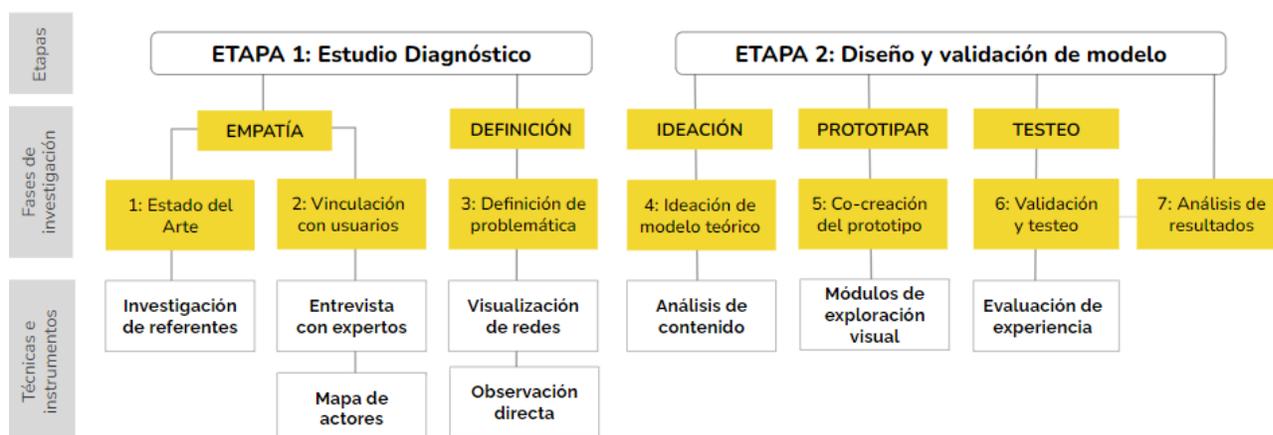
La fase uno plantea el desarrollo de un estudio diagnóstico para entablar las primeras aproximaciones por medio de la investigación documental, que va ampliando el panorama con la investigación de referentes y de contexto, proporcionando descripciones generales sobre la cultura científica del país y referentes de proyectos similares, que en conjunto con entrevistas

cuantitativas a expertos en divulgación de la ciencia y la generación del mapa de actores que intervienen en la toma de decisión de diseño y comunicación visual en los museos, que suman las múltiples visiones del fenómeno para la realización del prototipo.

La segunda etapa de la metodología consiste en el diseño y la validación del modelo de comunicación visual para la ciencia, mediante el desarrollo de herramientas (*toolkits*) que permitan evaluar la experiencia del usuario con el prototipo del modelo, mismo que se ha desarrollado en co-creación con especialistas en diseño dentro de un grupo de enfoque, posterior a la observación directa y al análisis de contenido de la comunicación visual existente en los museos de Baja California.

Cabe destacar que las técnicas de investigación utilizadas en la segunda etapa se han depurado a partir de los resultados del estudio diagnóstico y de la revisión de literatura disponible; que proporcionaron información detallada de las condiciones de operación e interacción con los dispositivos por parte de los usuarios en los museos de ciencia de Baja California. Delimitando la muestra y los instrumentos para la validación del modelo, a una de las tres instituciones participantes del proyecto, para enfocar esfuerzos y evitar la suma de variables que puedan intervenir en los resultados, así como reducir los riesgos que conlleva el ampliar el universo de estudio, garantizando mayor control en el levantamiento de datos.

Figura 5.
Esquema metodológico de la investigación.



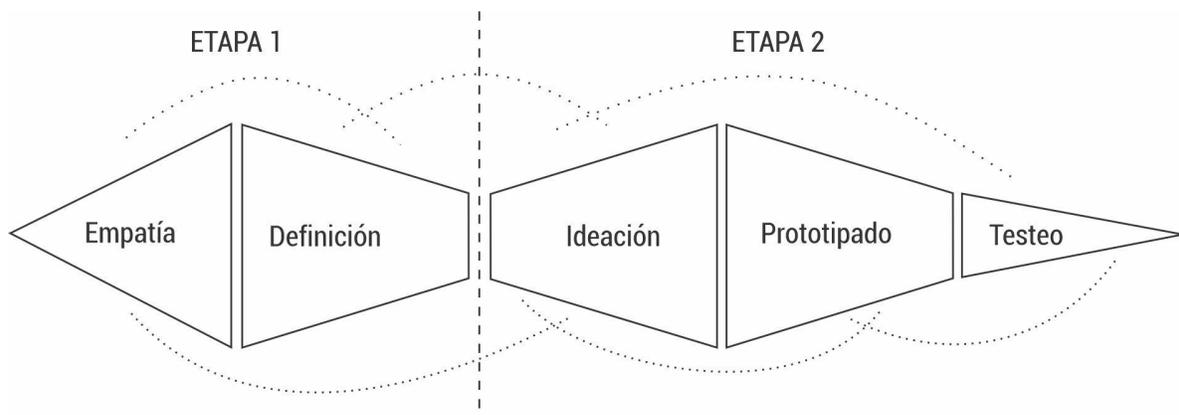
Nota. El esquema pone de manifiesto la estructura de un diseño iterativo de investigación aplicada en diseño, que incluye las dos etapas del proyecto, las fases del proceso de *Design Thinking* y las fases planteadas para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia (2021).

La definición de los instrumentos, las etapas de aplicación, así como las fases metodológicas, se definen a partir de los objetivos de la investigación, que en conjunto proporcionan un proceso congruente y estructurado que incluye el acopio de información documental previa a la recolección de datos, la instrumentación diagnóstica, el análisis e interpretación de datos, la producción del modelo y, posterior a su validación, se propone un método de aplicación del modelo de comunicación visual para el desarrollo de proyectos gráficos para la divulgación de la ciencia en los museos de Baja California (dicha estructura, puede ser visualizada con mayor claridad en el esquema metodológico de la investigación).

2.4 FASES DE INVESTIGACIÓN

El estudio se divide en dos etapas que conjuntan en su interior ocho fases, las que a su vez plantean una secuencia congruente al método científico y a las cinco etapas que componen el pensamiento de diseño, mismas que consisten en: empatizar, definir, idear, prototipar y testear.

Figura 6.
Esquema del proceso de Design Thinking.



Nota. Adaptación y traducción propia, del proceso de *Design Thinking*, retomado del esquema planteado por los creadores del proyecto Dinngo, dentro del sitio web: <https://www.designthinking.es>

Dentro del proceso del pensamiento de diseño las fases crecen y disminuyen en función a la forma en la que se va dando resolución a las etapas de investigación, modulada por el pensamiento convergente y divergente; en el primero se busca la resolución correcta y en el segundo, se postulan un sin número de posibles soluciones, de tal manera que, al considerar la discusión que se genera dentro de cada etapa se proyectan las necesidades que demanda cada sección, se plantean las técnicas de recolección de datos y se determinan las muestras de

aplicación de los instrumentos, para este caso se consideraron en el proyecto base de la siguiente manera:

ETAPA I: ESTUDIO DIAGNÓSTICO

Fase 1: Estado del Arte

Revisión de la bibliografía disponible sobre el objeto de estudio, que incluye literatura científica y gris, así como la investigación de referentes y de contexto para empatizar con el fenómeno de estudio.

Fase 2: Vinculación con usuarios

Vinculación con directivos de los museos del estado de Baja California para conformar colaboraciones que permitan la recopilación de datos dentro de las diferentes fases del proyecto.

Fase 3: Definición de la problemática

Identificación precisa de la problemática considerando la investigación documental, así como a los usuarios internos y externos de la comunicación visual que se desarrolla en los museos de ciencia.

Fase 4: Diagnóstico de la problemática

Evaluación de los resultados arrojados por los distintos instrumentos de investigación implementados, que permitan reconocer el impacto, las deficiencias y las áreas de oportunidad en materia de comunicación visual en los museos de ciencia del estado, así como la percepción de los científicos en relación a los mismos. En esta fase se describirán las necesidades de comunicación visual detectadas.

ETAPA II: DISEÑO Y VALIDACIÓN

Fase 5: Ideación de modelo comunicativo

Desarrollo del prototipo del modelo de comunicación visual para la ciencia, basado en la información del estudio diagnóstico, análisis de contenido de los museos y su observación directa.

Fase 6: Co-creación de prototipo

Consenso y revisión con especialistas en diseño para generar herramientas de investigación aplicada o *toolkit*⁷ (módulos de exploración visual), para validar la propuesta del modelo de comunicación visual artefactual para la divulgación de la ciencia.

Fase 7: Validación y testeo del modelo

Aplicación del prototipo conceptual del modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia, para analizar la interacción y experiencia de los usuarios, y realizar las correcciones correspondientes.

Fase 8: Análisis de resultados

En esta fase se presentan los resultados generales y la discusión final derivada del análisis de cada etapa del proyecto de investigación, así como de la propuesta y su validación.

2.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

En cada fase de investigación se encuentra al menos una técnica, que en la mayoría de los casos, se plantea como co-creación con especialistas de divulgación de la ciencia, en diseño y con los usuarios directos de los museos. Cada técnica se ha planeado acorde a las necesidades de las diferentes variables a medir y se definieron las siguientes técnicas de investigación, que se agrupan según la correspondencia con cada apartado de la metodología de *design thinking* y con cada fase de la metodología.

Tabla 4.
Técnicas de investigación por fases.

Fases de <i>design thinking</i>	Fases de investigación	Técnicas de investigación	Objetivos de los instrumentos	Fuentes y/o co-creadores
Empatía	Estado del arte	Investigación de referentes	Indagar proyectos de investigación referentes a modelos de comunicación y de cultura científica.	Repositorios digitales e INEGI
		Entrevistas a expertos	Conocer la opinión de expertos sobre la comunicación visual en la divulgación de la ciencia de los museos.	Especialistas en divulgación de la ciencia

⁷ Según el *Collins English Dictionary*, la definición de “*toolkit*”, significa “*a set of tools designed to be used together or for a particular purpose*”. En este caso, se refiere al conjunto de herramientas e instrumentos de investigación aplicada en diseño que permiten gestionar y poner a prueba el prototipo.

	Vinculación con usuarios	Mapa de actores	Definir a los tomadores de decisiones de diseño gráfico en los museos de B.C.	Directoras de museos estatales
Definición	Definición de problemática	Visualización de redes	Visualizar las relaciones existentes entre los principales modelos de comunicación.	Teóricos de la comunicación
		Observación directa	Describir las características de los dispositivos interactivos e informativos en los museos de ciencia de B.C.	Instalaciones de museos estatales
Ideación	Ideación de modelo teórico	Análisis de contenido	Analizar los elementos de comunicación visual de las cédulas informativas en los museos de ciencia.	Salas permanentes de museos
Prototipo	Co-creación de prototipo	Módulos de exploración visual (<i>toolkit</i>)	Desarrollo de módulos de exposición para el testeo del modelo de comunicación visual artefactual.	Especialistas en diseño de producto
Testeo	Validación y testeo	Evaluación de experiencia	Evaluación de la experiencia en el desarrollo de productos comunicativos para la ciencia.	Diseñadores gráficos

Nota. Tabla general de instrumentos empleados, con sus objetivos y las fuentes, así como los grupos de co-creadores que participaron en el proyecto de investigación.

Las técnicas implementadas fueron definidas para alcanzar los diferentes objetivos de cada fase de investigación, a continuación se plantean las características primordiales de las técnicas que se utilizaron para recoger información significativa para la investigación.

Investigación de referentes

En todo proceso de investigación se requiere una revisión de referentes que permita precisar la información documental y los proyectos semejantes al objeto de estudio que se han realizado previamente. Las diferentes fuentes para recopilar información según la explicación de Muñiz (2016, p.288), son: a) la biblioteca; b) la hemeroteca; c) archivos que pueden ser históricos, administrativos, particulares; d) fonoteca; e) videoteca, que comprende desde videos hasta películas; f) iconotecas o museos; g) centros de información, y, h) documentos electrónicos disponibles en internet.

Entrevista a expertos

Se definió el uso de la entrevista no estructurada debido a que no guarda formalidad en la interacción entre entrevistador y entrevistado, dotando a ambas partes de un margen de libertad para plantear y responder las preguntas, considerando que la entrevista es una unidad de información cualitativa que proviene de la experiencia acumulada, en este caso, por diferentes expertos en el área de estudio, quienes proporcionan una panorámica de la situación

actual sobre los museos de ciencia en la región y en el país. Las respuestas planteadas en las entrevistas se filtran y agrupan en un diagrama de afinidad, según la similitud y proximidad de las opiniones que aportan los expertos del tema, mismos que por la selección de sus perfiles están familiarizados con el contexto de la operatividad en las exposiciones en los museos, se elige esta técnica porque nos permite la visualización de ideas afines para la construcción de una mirada incluyente de la problemática.

Mapa de actores

El mapa de actores⁸ es una técnica muy utilizada en el pensamiento de diseño, ya que permite conocer a los actores o sujetos que se involucran de manera directa e indirecta en el fenómeno a estudiar. Para esta investigación aplicada se proyectó el desarrollo del mapa de actores para conocer a los sujetos que intervienen en los procesos de diseño gráfico dentro de los museos y las relaciones existentes entre ellos, para inferir las posibilidades de mejora.

Visualización de redes

Las visualizaciones de información, también denominadas científicas, posibilitan como su nombre lo indica, visualizar grandes cantidades de información, para facilitar con los datos, las inferencias y análisis de los contenidos, tal como señala Isabell Meireles, poseen “principios cognitivos subyacentes una combinación de las siguientes: 1) registrar información, 2) expresar significado, 3) aumentar la memoria, 4) facilitar la búsqueda, 5) ayudar al descubrimiento, 6) apoyar inferencias perceptivas, 7) mejorar la detección y el reconocimiento, 8) ofrecer modelos de mundos reales y teóricos, 9) facilitar la manipulación de datos”. (2014, p.13)

Observación directa

Se elige esta técnica porque recupera las principales impresiones del investigador y permite generar un marco contextual donde se desarrolla la problemática a estudiar. La observación resulta conveniente para el análisis en el ambiente natural del fenómeno, ya que explora los entornos del objeto de estudio. Los resultados de la observación en los museos, se ven reflejados en una relatoría que tendrá una función descriptiva del entorno, puesto que, como lo sugiere Hernández Sampieri (Et. al) (2008, p.368), algunos elemento más específicos que podemos observar se relacionan con el ambiente físico, ambiente social y humano, actividades

⁸ Para la “*Digital Society School*” de *Amsterdam University of Applied Sciences*, el mapa de actores (*actor map*) es: “*A map of all the stakeholders and their relationship with each other*”.

individuales y colectivas, artefactos que utilizan, hechos relevantes y la compilación de los retratos humanos de los participantes.

Análisis de contenido

El desarrollo de un análisis de contenido resulta necesario para generar un diagnóstico de los productos, artefactos y dispositivos de comunicación visual existentes en los museos de ciencia de Baja California, para revisar algunos elementos seleccionados de las exposiciones de los museos, mediante los cuales se descubran los procesos comunicativos y de diseño implementados, y así obtener un marco semiótico y semántico en el cual se desarrollan los productos gráficos que se presentan al público. La importancia del análisis de contenido de algunos productos gráficos se debe a que, como lo expone Krippendorf, “es una técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto”. (1990, p.28).

Evaluación de experiencia

La operatividad del modelo de comunicación visual para la ciencia, se evaluó desde la perspectiva de la experiencia de emisores y receptores de la divulgación científica, por medio de la aplicación de una malla receptora de información para el caso de los emisores y para la recopilación de datos de la experiencia del usuario directo se utilizó un cuestionario de opción múltiple, con indicadores planteados en función a la escala de *likert*.

2.6 MUESTREO

Las muestras para la recolección de datos consideran la intervención y colaboración de cuatro grupos, de los cuales los primeros tres son especialistas en: a) divulgación de la ciencia (entrevista), b) en museos (mapas de actores), y c) en diseño y comunicación visual (grupo focal). El último grupo que participa es el del público con la experiencia de usuario.

Para la entrevista con expertos, la delimitación de la muestra constó de personas expertas en el área de la divulgación de la ciencia del estado, del país y de nivel internacional, cuyas opiniones ofrecieran una perspectiva sobre la comunicación de la ciencia, particularizando en la dinámica que se desenvuelve en el estado de Baja California, para revisar similitudes y contrastar criterios.

Figura 7.
Muestreo de instrumentos por grupos.



Nota. La figura plantea los cuatro grupos de muestras en las que se instrumentaron las técnicas de investigación y los aportes a la investigación por cada combinación de cuadrantes. Elaboración propia (2021).

En el caso del análisis de contenido y la observación directa, la muestra se delimita a la instrumentación en una sala de exposición permanente de cada uno de los tres museos de ciencia del estado de Baja California: 1) el museo “Sol del Niño” ubicado en Mexicali, 2) “El Trompo” en la ciudad de Tijuana, y por último, 3) “El Caracol” en la ciudad de Ensenada. Cabe señalar que los mapas de actores, corresponden a las directoras de las tres instituciones antes enlistadas.

El grupo focal contó con la participación de seis especialistas en las áreas de diseño gráfico, industrial y arquitectónico. Y por último, el cuestionario, que contó con una muestra no probabilística de sujetos voluntarios, que participaran en la validación de la propuesta del modelo de comunicación visual para la ciencia en los museos.

CAPÍTULO III

Marco teórico

3.1 COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

La ciencia nace de la necesidad más profunda del ser humano de dar explicación a los fenómenos de la vida, de la inquietud más primaria de conquistar el conocimiento para intervenir en la propia existencia. Dicha necesidad ha sido acompañada de la constante relación de dominio que el hombre ha tenido desde el principio de sus días sobre su entorno, y a su vez, el tiempo y la evolución lo han dotado de mayor capacidad para procesar información y transmitirla a sus congéneres.

Desde el hombre primitivo, ya se encontraba contenida la sed de conocimiento que permitiera comprender los fenómenos de la vida, que, si bien es cierto, en un inicio tenía finalidades enfocadas a la supervivencia, con los siglos, la obtención de datos e información, se convirtieron en conocimientos segmentados por disciplinas, debido a la amplitud y complejidad de saberes. El pensamiento sistemático hizo que el hombre se planteara preguntas filosóficas, que terminan por ser preguntas científicas, mediante las cuales, se experimenta y comprueba la veracidad del conocimiento.

Los métodos científicos planteados desde hace siglos se han diversificado en la actualidad, pero continúan prevaleciendo los principios de que la ciencia debe explicar la realidad de los fenómenos de la vida, sustentados por evidencias medibles y verificables, métodos capaces de ofrecer resultados que pueden dar relación entre sí, y a partir de ellos obtener la validación o desmitificación de hipótesis.

En esta investigación se plantea el concepto de ciencia de forma equivalente al de conocimiento, esto para una mayoría de casos, debido a que, si la ciencia es el “conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva, y comprobables experimentalmente”⁹, el conocimiento por tanto, es el saber derivado de procesos de indagación y reflexión, mismos que configuran gran parte del quehacer científico.

En el proceso de la búsqueda de conocimiento, los individuos en las sociedades actuales, proveídas de tecnología para compartir información, han generado redes y espacios para la

⁹ Definición del Diccionario de la Lengua Española (23.ª ed.). Recuperado del sitio oficial: <http://www.rae.es>

socialización del conocimiento, comprendiendo lo valioso que es el acercamiento de los saberes al resto de la población. Pero, para llegar a ese momento, fueron miles de eslabones que enlazaron la necesidad de considerar la popularización del conocimiento científico, como uno de los factores fundamentales en la generación de sociedades más democráticas, al proponer recursos diseñados sobre temas complejos para el público no especializado.

3.2 CONOCIMIENTO Y CIENCIA

Las sociedades del conocimiento actuales involucran modos de producción ajustados por el desarrollo económico de cada país, en los cuales, dicho crecimiento depende del valor que agrega el capital humano a los procesos de producción, pero la inmersión de las personas en sociedades más informadas, requiere de competencias específicas que les permitan discernir y comprender los datos que llegan a ellas para asumir una verdadera competitividad, pero también para reconocer las intenciones de los mensajes, es decir, el individuo requiere de una alfabetización en materia de cultura científica y tecnológica, para formarse un criterio propio, que evalúe la veracidad de la información, donde la comunicación de la ciencia posea un carácter horizontal, que permita discutir el conocimiento y no se dé por sentado de forma automática.

El conocimiento, apunta Tylak, es un concepto amplio cuyos alcances y fronteras son difíciles de definir. Stehr lo define como la “capacidad para actuar” y David y Foray consideran que esta capacidad se aplica tanto a la acción manual, como intelectual (Casas y Dettmer, 2008, citado en Reynoso 2012, p.3)

La incorporación de esta concepción de conocimiento y ciencia, aunque supone la mejora de condiciones sociales, ha servido para proponer e implementar acciones que en muchas ocasiones solo en el discurso resultan un progreso fáctico. Una de las principales críticas que realiza Bruno Latour a estas manifestaciones de modernidad¹⁰, que parte de la división del mundo natural y del mundo social como elementos separados, lo que impide observar el

¹⁰ La palabra "moderno" designa dos conjuntos de prácticas totalmente diferentes que, para seguir siendo eficaces, deben permanecer distintas, aunque hace poco dejaron de serlo. El primer conjunto de prácticas crea, por "traducción" mezclas entre géneros de seres totalmente nuevos, híbridos de la naturaleza y de la cultura. El segundo, por "purificación", crea dos zonas ontológicas por completo distintas, la de los humanos, por un lado, la de los no humanos, por el otro. (Latour, B., 1991, p.28)

mundo en su vasta diversidad y en permanente interrelación con todos los elementos que se ven involucrados en la vida de las personas, generando así, que la visión del trabajo científico (visto desde la modernidad), sea planteado como un conocimiento especializado de forma asimétrica, colocando la investigación de método científico por encima de otro tipo de saberes como los tradicionales.

Al colocar la ciencia como un conjunto de hechos agrupados jerárquicamente, en aras de querer aplicarlos como una ciencia ya construida y cerrada, que pondera el proceso por encima del resultado, y, por tanto, por encima de las implicaciones que se habrán de relacionar en el contexto, se produce una disociación de los saberes.

Tabla 5.
El conocimiento a lo largo de las épocas de la humanidad.

Épocas de la humanidad	Antecedentes del conocimiento
<p>EDAD ANTIGUA</p> <p>Desde la aparición de la escritura hasta la caída del imperio Romano (476 d.c.)</p>	<p>El vínculo entre la ciencia y la sociedad del conocimiento, depende del contexto social, cultural, económico e histórico y por lo tanto, está ligada a las estructuras de poder, relación que comenzó en la época de la Grecia Clásica. El conocimiento estaba ligado a la observación de los fenómenos cotidianos y a tratar de construir modelos para entenderlos. Estos modelos explicativos se asemejan, desde el punto de vista estructural y lógico al conocimiento científico actual. Adilson (2000)</p>
<p>EDAD MEDIA</p> <p>Hasta el descubrimiento de América (1492).</p>	<p>Durante la Edad Media, el desarrollo del conocimiento sufrió una transformación en sus procesos metodológicos, muchas veces controlados, frenados y hasta reprimidos por la Iglesia. Pierre Fayard (2004b) opina que, durante esta época, la riqueza se basaba en la explotación de la tierra y de los recursos naturales como ríos y mares. La fuerza requerida para explotar esta riqueza provenía de la mano de obra.</p>
<p>EDAD MODERNA</p> <p>Desde el descubrimiento de América (1492) hasta la Revolución francesa (1789).</p>	<p>Con el inicio de la Era Moderna vino un cambio fundamental en la producción del conocimiento, el cual comenzó a concentrarse en academias que se convirtieron en un pilar de apoyo al Estado. El siglo XV fue testigo del nacimiento de los nuevos estados imperialistas y futuras potencias europeas, las cuales, al basar su supremacía en su avance tecnológico, colonizaron y dominaron vastas regiones de otros continentes, situación que continuó hasta el siglo XX. (Pierre Fayard, 2004b)</p> <p>La búsqueda de mejores condiciones de vida ha provocado el desplazamiento de grandes masas de personas del campo a los cinturones de miseria de las ciudades. Otros han preferido arriesgar su vida y emigrar a otros países en donde también son excluidos (Adilson, 2000).</p>
<p>EDAD CONTEMPORÁNEA</p> <p>Desde la Revolución francesa (1789), hasta nuestros días.</p>	<p>El concepto de sociedad de conocimiento surge a finales del siglo XX y se caracteriza por un modo inédito de producción, transformación y distribución del conocimiento que se genera en un contexto de aplicación transdisciplinario y heterogéneo. (Valenti y Casalet, 2008)</p> <p>Para Fritz Machlup (1980), el conocimiento es cualquier actividad humana eficazmente diseñada para crear, alterar o confirmar en la mente humana (propia o de alguien más) una percepción significativa, comprensible o consciente.</p>

El conocimiento incorporado en los seres humanos (capital humano) y la tecnología, han sido siempre centrales para el desarrollo económico de un país. En los últimos años, se ha visto que este capital humano, más que los factores tradicionales de producción, es el principal recurso de valor y crecimiento económico (en Casas y Dettmer, 2008).

Nota. Tabla elaborada en base a la investigación de Elaine Reynoso Haynes, titulada “La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal”, y publicada por la Universidad Nacional Autónoma de México en Ciudad Universitaria en el año 2012.

Es por esto que Bruno Latour propone el estudio de la ciencia que se está haciendo (una ciencia que analiza la ciencia), que plantea los elementos en red dentro de un análisis de la producción, circulación y recepción del conocimiento científico y técnico, con la finalidad de estudiar los fenómenos desde las relaciones, eliminando con ello las dicotomías que se provocan en la ausencia de la red.

En la red todos los elementos que intervienen en la ciencia se incluyen, entre ellos las metodologías, los marcos teóricos, contextuales y de conceptos, que son también actores del proceso. Desde la perspectiva de Latour, en ese plano, la comunicación de los saberes en las sociedades en las que vivimos, requiere de una visión compartida y relacionada de los conocimientos.

La ciencia, pensada desde la modernidad, se ha acotado en muchos momentos de la historia al proponer el discurso oficial que deriva en relaciones de poder, diluyendo la dimensión ética de un conocimiento que no es compartido y que se queda en la lejanía de una ciencia solo para los científicos, fuera de la escena social; cuando las prácticas tan diversas de la ciencia se encuentran en correlación e interdependencia con esos sistemas de conocimiento, y que usualmente pertenecen a contextos muchos más amplios de los aparentes.

La modernidad como sinónimo de progreso constituye un marco de referencia desde donde se comprende la práctica humana, en el cual se asienta una visión y una construcción social de la ciencia, misma que se suele defender como la verdad y la razón. Así, desde la década de los setentas Michel Foucault ya planteaba la concepción de “dispositivo” en referencia a los juegos de poder y los sesgos de la verdad, lo describía como una “red que puede establecerse entre un conjunto heterogéneo de elementos, que incluye discursos, instituciones, reglamentos, leyes, medidas administrativas, enunciados científicos, proposiciones filosóficas y morales, con

una función estratégica concreta” (citado en Moro, A., 2003, p.40), a su vez Gilles Deleuze (1990), lo plantea como: “una máquina para hacer ver y hacer hablar que funciona acoplada a determinados regímenes históricos de enunciación y visibilidad”. (Citado en García, L., 2011, p.4)

Ciertamente los cambios estructurales de las sociedades dependen de la gestión pública, pero también de las pequeñas acciones que realiza cada individuo para construir condiciones que deriven en un beneficio social, que se traducirán en un progreso colectivo.

La participación en la toma de decisiones desde un criterio formado y fundamentado, permitirá avanzar a sociedades conscientes de sus condiciones y contextos medioambientales, económicos y políticos, entre otros. Pero para que dicho conocimiento sea apropiado por las personas, se requiere de intermediarios que puedan facilitar la información especializada a la sociedad en general, misma que termina siendo una forma de vincularse a las cosas y a los saberes.

Estas estructuras que inscriben el conocimiento en una dinámica de visibilidad e invisibilidad, y por tanto, separan lo que existe de lo que no existe, determinando conductas y opiniones a partir de la segregación de quienes poseen la verdad, es decir, de quienes hacen visible el conocimiento y de quienes están en posibilidad de interpretar sus repercusiones, mismas que se contraponen a las del progreso científico planteado anteriormente y que parte de la idea de mejorar las condiciones asociadas con la calidad de vida, unificando las expectativas de las sociedades. Si bien, que la ciencia ha permitido ampliar el conocimiento que el hombre tiene de su entorno, también ha generado debates asociados a los determinismos que frecuentemente se adhieren a un solo tipo de pensamiento.

Como medida de compensación para los enunciados anteriores, Michell Callon y Bruno Latour proponen la teoría del Actor-Red, apelando a la capacidad humana de intervención en la realidad desde una mirada interna y externa que participa desde una red. Esta visión coloca en simetría a los actores y a sus diversas participaciones dentro del sistema, como entes activos

que deconstruyen¹¹ pero también generan condiciones más favorables para el desarrollo social y científico.

La ciencia como uno de los grandes conceptos que han regido a las sociedades modernas y el progreso existente en ellas, ha sido a lo largo del tiempo tema de debate, en tanto a la necesidad de definir sus límites y alcances. Considerar que la ciencia es un método único e inamovible y que el papel del científico es de proveer soluciones que otorguen progreso y estabilidad ha sido reduccionista, como lo es pensar que un niño juega porque es niño, cuando en realidad juega porque es humano y la capacidad lúdica está intrínsecamente ligada a su propia naturaleza, de igual manera, las prácticas científicas, son orgánicamente una forma del ser humano de entenderse en el mundo e intentar comprenderlo.

De las ideas anteriores se derivan los cuestionamientos: ¿Qué progreso se busca con la ciencia?, y ¿Quiénes se benefician de dicho progreso?, las respuestas a estas interrogantes pueden parecer evidentes, en tanto que las estructuras sociopolíticas y económicas de las sociedades han crecido de manera considerable en relación a los avances científicos y tecnológicos, pero, el progreso es un tópico abstracto, debido a que las necesidades sociales y humanas distan de tener una sola estructura, ya que cada modelo de crecimiento elimina consigo un conjunto de elementos tradiciones y autógenos de las distintas culturas. Tal como lo expresaba Carlos Fuentes (refiriéndose al “Laberinto de la soledad” de Octavio Paz), cada nuevo proyecto histórico, no solo reemplaza al anterior, lo aniquila, lo niega y así se obliga a partir cada vez desde cero¹².

3.3 APROXIMACIÓN A LA CIENCIA

Dentro de las perspectivas comunicativas de la ciencia, se reconoce que el ejercicio de la filosofía de la ciencia, ha producido que se adapten posiciones que han modificado los panoramas sociales, de cómo a lo largo de los años la población ha comprendido y se han aproximado al conocimiento de ciencia y tecnología. Al respecto, León Huergo propone

¹¹ La deconstrucción desde la perspectiva de Jacques Derrida, exige la fragmentación de textos y, en ella, el filósofo detecta los fenómenos marginales, anteriormente reprimidos por un discurso hegemónico. Esta figura del pensamiento indudablemente contiene una dimensión política, es la lucha contra todas las instancias que centralizan el poder y excluyen la contradicción. (Citado en Krieger, P., 2004, p.180)

¹² Extracto de la grabación “Arte y Revolución en México”, realizada por Radio UNAM, el 6 de julio de 1970, narrada por Carlos Fuentes, en relación a las reflexiones de Octavio Paz en su libro “Laberinto de la soledad”.

enfocarnos en cinco principales perspectivas comunicativas, que explican el papel que ha desempeñado la ciencia en las sociedades históricamente, y de las limitantes de cada una de estas visiones, las cuales pueden señalarse como: 1) tradición iluminista, 2) tradición escolarizadora, 3) difusionismo desarrollista, 4) tecnoutopía emergente y 5) pensamiento estratégico.

Tabla 6.
Perspectivas comunicativas de la ciencia.

Perspectivas comunicativas	Concepción a grandes rasgos
TRADICIÓN ILUMINISTA	Profundamente asociada al proyecto de la modernidad y al creciente capitalismo, por lo que se distinguió en tres esferas autónomas: la ciencia, el arte y la moral. Y así conseguir que la racionalidad que se encontraba en ascenso pudiera legitimarse socialmente, pero esto implicaría jerarquizar de la cultura de los expertos y la del público, buscando la organización racional de la vida social cotidiana, para promover el control y dominio, lo que implicaba una disciplina miento individual y colectivo.
TRADICIÓN ESCOLARIZADORA	Obedece a una institución que articula el capitalismo en la sociedad y transmite la idea de la ciencia moderna, así como la moralización, el control y el orden, asegurando con ello, la instalación de la "normalidad". Del que se puede señalar tres grandes críticas: 1) los modelos implementados para Latinoamérica fueron una copia privilegiaron ideales extranjeros, 2) se privilegia los contenidos de carácter científico, ignorando los nudos significativos del saber social, 3) la escuela busco disciplinar conductas y homogeneizar gustos, costumbres y normas, mediante una relación bancaria (donde un sector posee la verdad, el saber y las deposita en el otro), se promovió un ideal del ciudadano que fuese compatible con el capitalismo burgués.
DIFUSIONISMO DESARROLLISTA	Perspectiva que pondera la racionalidad y la cultura modernizadora de las naciones a los sectores subdesarrollados, implicando un reordenamiento de las prácticas económicas, donde los hombres son vistos como recursos humanos. Difunde las innovaciones, en especial tecnológicas, para la adopción de la información de datos de la modernización, a la vez que persuade a los receptores de los beneficios de esos y del concepción de desarrollo.
TECNOUTOPÍA EMERGENTE	La utopía tecnológica, es una exacerbación del difusionismo desarrollista, tiene una fuerte carga religiosa en cuanto pone en el centro de su dinámica la creencia y la ilusión de un mundo mejor sobre la base de la incorporación de los avances tecnológicos. Refuerza la desarticulación entre tecnología, sociedad y poder y presenta los procesos como despojados de todo conflicto, salvo por razones de incapacidad e incompetencia para el desarrollo eficaz y eficiente de las acciones económicas y sociales. Señala la insatisfacción persistente del hombre y el ideal de incorporar entornos tecnológicos para generar una vida más armoniosa, obtenida por méritos individuales.
PENSAMIENTO ESTRATÉGICO	Surgida hace unos dos siglos, posee repercusión en prácticas contemporáneas. La idea de «estrategia» proviene de la teoría de la guerra, que busca alcanzar el objetivo; derrotar o desarmar las fuerzas, el territorio y la voluntad del enemigo, en este caso, contra las prácticas culturales propias de la ignorancia, la confusión, la incompetencia o la ineficacia. El «pensamiento, planificación o intervención estratégica», han pasado a ser una acción transformadora. La estrategia es el cálculo o manipulación de relaciones de fuerza para administrar las relaciones con una exterioridad, sean los enemigos o los clientes, como los educandos o los destinatarios.

Nota. La anterior tabla sintetiza cinco perspectivas comunicativas presentadas por León Huergo en su ponencia “La popularización de la Ciencia y la Tecnología: Interpelaciones desde la comunicación”, efectuada en la Universidad Nacional de la Plata en el año 2001. Cabe señalar, que en el texto original Huergo, hace referencia a los autores con dichas perspectivas, como: Habermas, Foucault, Taborda, Freire, Lerner, Rogers, Mattelart, Von Clausewitz y De Certeau, quienes no han sido citados propiamente en esta tabla, debido a la gran abstracción que se ha realizado sus ideas en el marco de la presente síntesis.

Para el autor, el “otro”, el público a quien se dirigen las acciones de divulgar la ciencia fueron históricamente planteando modelos disfuncionales de la adquisición del conocimiento, creando jerarquías entre expertos y no expertos, asegurándose de promover el control y el orden social, ignorando el saber local y milenario de pueblos originarios, e imponiendo posturas no aplicables desde los países desarrollados, buscando que los subdesarrollados fuesen conquistados por la ciencia y tecnología, a la par de apoyar un crecimiento en función de la modernización que plantean relaciones de educación bancaria, donde el conocimiento era depositado en el otro que lo ignoraban, junto a lo anterior se promovía el pujante modelo capitalista, en el cual, la tecnología vendría a mejorar los procesos de cotidianidad de los ciudadanos, mientras se legitimaba el poder y la segmentación por medio de la hegemonía social, sectorizada por la posesión de conocimientos, productos y servicios tecnológicos.

Con la transformación de los paradigmas científicos de la modernidad, cambió la representación del Universo y la naturaleza; aún más, según Otero, llegó a su fin la “vieja ilusión mecanicista, con lo que todo el edificio de la física clásica que tantos esfuerzos había costado levantar se tambaleaba peligrosamente”. Fue entonces que se cuestionaron duramente la concepción determinista de la ciencia, la certeza de un progreso indefinido de la ciencia y la eventual posibilidad de dominar la naturaleza. (Citado en Díaz, A., 2011, p.52)

El progreso científico como tal, parte de la idea de mejorar condiciones asociadas con la calidad de vida, unificando las expectativas de las sociedades. Si bien es cierto que, la ciencia ha permitido ampliar el conocimiento que el hombre tiene de su entorno, también genera debates asociados a los determinismos que frecuentemente se adhieren a un solo tipo de pensamiento.

El anterior concepto de ciencia, prevalece hasta nuestros días, a pesar de haberse originado desde el renacimiento, mismo que aportó la posibilidad de entender el mundo de una forma holística, conduciendo a las humanidades a un papel de mayor relevancia, y generando una profunda reflexión sobre el papel del hombre en lo individual y lo colectivo.

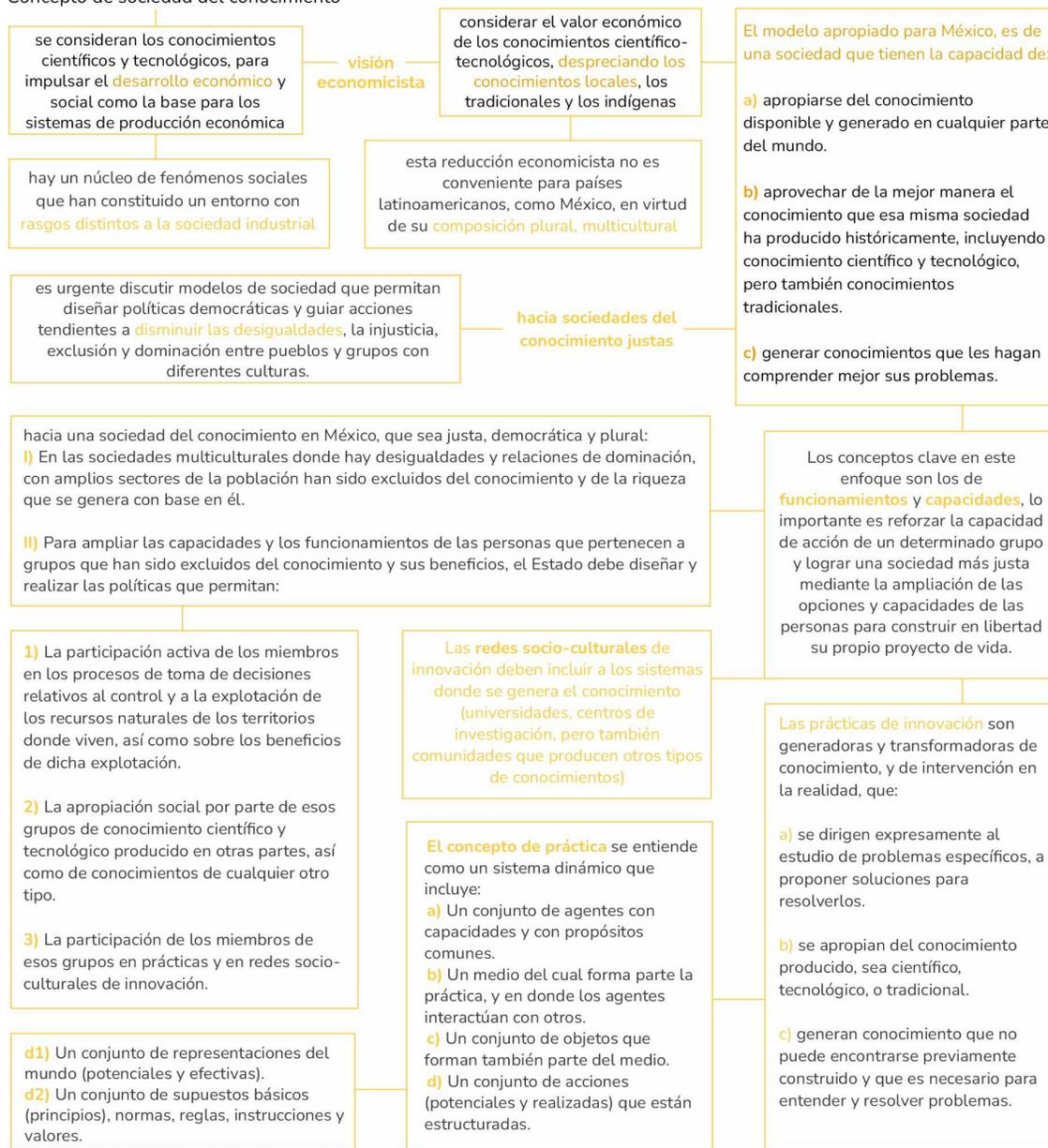
Tal como afirma Alma Díaz Escoto (2011), “más allá del desarrollo científico en las ciencias exactas, en las ciencias sociales y en las humanidades se hace necesario repensar la idea misma de ciencia, su función social, sus aparatos conceptuales, sus fundamentos teóricos, sus métodos y la interrelación de conocimientos (p. 55). Puesto que, la ciencia y los beneficios que de ella devienen, provienen de la concepción del individuo que se aproximó a la misma, que se propuso como objetivo coadyuvar a la mejora de las condiciones dadas, ya que, como lo señala Martín Bonfil (2001), algo que puede llamarse “método científico”: es una manera de pensar y de proceder que siguen los científicos, y que en gran medida los identifica como tales (...) consiste en aplicar el pensamiento racional a nuestra diaria labor de interpretar el mundo, y precisamente por eso es una de las actividades más interesantes que ha inventado la humanidad.

A continuación, se presenta la abstracción de un modelo de sociedad del conocimiento propuesto para México, por León Olivé en su artículo, “Hacia una sociedad del conocimiento en el México multicultural”, que considera la incorporación de redes socioculturales mediante prácticas de innovación, en la búsqueda de sociedades del conocimiento más justas y posibles en sociedades como las latinoamericanas, que cuentan con fuerte participación de grupos con amplias diferencias culturales, que incorporan los conocimientos locales provenientes de largas tradiciones que cada pueblo originario a utilizado para solucionar problemas de forma eficiente a lo largo de los años.

Para una correcta comprensión de la propuesta anterior hay que tener a consideración que existen dos tipos de “conocimiento”, el científico y el tradicional, que cada uno ha realizado aportaciones considerables a la estructuración del individuo con los fenómenos de su alrededor, y que no existen fórmulas únicas ni globales de tomar decisiones que apliquen a todas las sociedades del mundo, cada esquema de políticas públicas en materia de ciencia y tecnología debe obedecer al contexto en el que se desenvuelven las comunidades a las que se dirigen.

Figura 8.
Modelo de sociedad del conocimiento para México.

Concepto de sociedad del conocimiento



Nota. Elaboración propia basada en el artículo: "Hacia una sociedad del conocimiento en el México multicultural", de Olivé León.

En la propuesta de un modelo de conocimiento para México se desmitifican los presupuestos de una ciencia fría y excluyente como lo expuso Alan Chalmers (1982) en su libro ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? expone, analiza y critica la concepción inductivista de la ciencia, introducida por Sir Francis Bacon, filósofo del siglo XVII, en la cual la ciencia es considerada como un conocimiento probado y objetivo mediante la aplicación de un método riguroso. (Citado en Reynoso, 2012, p.12)

3.3 COMUNICACIÓN Y CIENCIA

Por principio, debemos definir la relación existente entre la concepción de comunicación y divulgación de la ciencia. Cuyas similitudes se basa en el término mismo de “comunicación”, que involucra desde sus orígenes etimológicos, *communis*: poner en común con el otro, o hacer partícipe a alguien de una información en particular. Pero el concepto, al margen de sus diversas acepciones, posee un carácter transitivo, asociado al paso de información entre emisor y receptor mediante un código común, es ahí donde las configuraciones y asociaciones de formato vertical, asumen la posibilidad de persuadir y ganar poder, más allá de la transmisión e información que se da hacia el otro, ignorando en tal caso, que los orígenes asocian a la comunicación como la acción de entrar en comunión con las otras personas.

En un formato más complejo, puede explicarse comunicación como, “el proceso que posibilita el intercambio de significados entre sujetos por medio de una serie de convenciones sistematizadas en unos códigos y aplicadas sobre un concreto tipo de medio semiótico (verbal, escrito, gestual...)”. (Mesanza, 1995, p.285).

Por lo que este significado transitivo, no sólo tiene un sentido relacionado con el poder, en cuanto uno es el que habla y otro el que escucha: uno el que transmite y otro es el vulgo destinatario de esa transmisión, sino que, además, posee un sentido relacionado con el poder en cuanto uno es el que experimenta el proceso de conocimiento (en nuestro caso, científico y tecnológico) y el otro es sólo «hablado» en ese proceso, y a la vez es ignorado todo proceso de conocimiento significativo en el otro. Huergo (2001)

La capacidad generosa que la comunicación, posibilita también el compartir y generar un diálogo con el otro, esta visión que posee en todo caso un formato horizontal, permite que emisor y receptor sean vistos como iguales, concediendo el hecho de poseer conocimiento que pueden ser ignorados por el otro. De tal modo el “vulgo”, que ha sido determinado como el sector no experto, entre en comunión con quien es partícipe de la información que se comunica, esta relación de pares y de iguales, ciertamente es poco ejecutable en la transmisión de conocimientos entre dos polos tan aislados como el de los expertos y el público lego, a pesar de que, la concepción de una comunicación pública de la ciencia, tiene por objetivo y distinción este carácter de lo que es “público”, que se distancia de lo que está privado, cerrado e

inaccesible, por lo que, es posible considerar estos procesos como encuentros que se dan en armonía y con la participación de todas las partes, sin la obligatoria existencia de jerarquías, que amenazan a una comunicación dialógica y a una correcta mediación de saberes y competencias científicas.

Huergo (2001) describe que, “la divulgación se trata de una acción o un proceso por el cual la ciencia, sus producciones y sus actores, se ponen en relación con la cultura de una determinada comunidad. Comprender cómo la comunicación o qué noción de comunicación está operando en esas nociones de divulgación, nos va a permitir arribar al sentido de abandonar la noción de divulgación y reemplazarla por la de popularización, pero no como un mero cambio terminológico, sino como un profundo cambio de perspectiva y de posicionamiento frente al problema de la relación más amplia entre ciencia, tecnología y culturas”.

Por otra parte, Ana María Sánchez Mora (2010), define la divulgación científica, como una “labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento científico con fidelidad, [y] contextualizando para hacerlo accesible.” (p.12)

Para ofrecer una mayor claridad de la configuración, acepciones y divergencias semánticas del concepto de comunicación se elaboró una tabla que incluyera los términos, su finalidad y la dirección en la que se difunde el mensaje científico.

Tabla 8.
Divergencias del término de divulgación de la ciencia.

Conceptos	Dirección del mensaje	Finalidad
DIVULGACIÓN	De los expertos (científicos, investigadores o divulgadores) al público lego.	Compartir
COMUNICACIÓN PÚBLICA	De los expertos al público lego, mediante el encuentro dialógico y mediado.	Dialogar
POPULARIZACIÓN	De los expertos al público lego, para la generación de cultura científica.	Promocionar
APROPIACIÓN	De los expertos al público lego, con validación de adopción de contenidos por el público.	Apropiar
DIFUSIÓN	De expertos a involucrados en campos del conocimiento.	Propagación

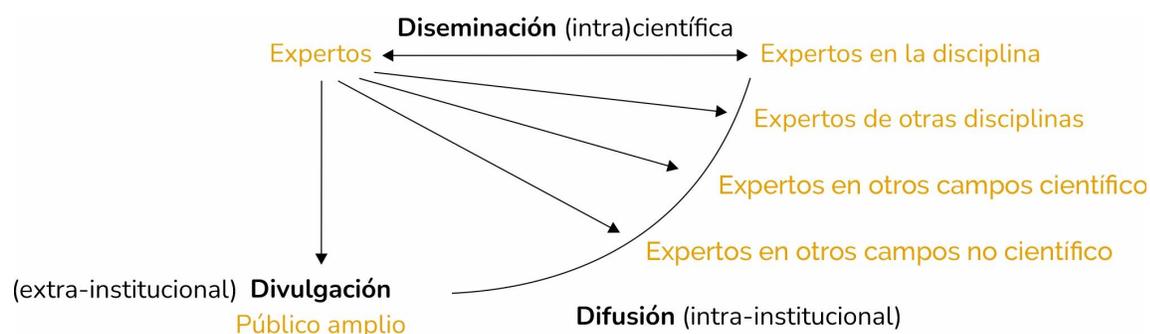
COMUNICACIÓN SOCIAL	De una Institución a los medios o al público.	Promover
ENSEÑANZA	De maestros a alumnos.	Educar
VINCULACIÓN	Desde la academia a la aplicación en campo o industria.	Innovar
PERIODISMO	Del medio o del periodista que enlaza a las instituciones con el público.	Informar
CIENCIA CIUDADANA	De los ciudadanos a expertos para dar apoyo en recopilar o procesar información científica.	Investigar

Nota. La información de la tabla expone la revisión teórica y conceptual de las divergencias el término “divulgar”, surge en parte de aportaciones realizadas por el investigador Martín Bonfil Olivera en el año 2016, presentadas como “(algunas) Variantes de la Comunicación Pública de la Ciencia”, en la ponencia de “Divulgación escrita”, presentada en el taller de “Divulgación de la ciencia” efectuada por la “Nueva Generación de Investigadores del Desierto Sonorense”, y ha sido robustecida por disertaciones personales.

Como ha sido notado en páginas anteriores, el concepto de divulgación de la ciencia en algunas partes previas y posteriores de este apartado, ha sido utilizado indistintamente a los de comunicación (pública), popularización o apropiación de la ciencia y la tecnología. Por ello, se presenta una estructura sobre el flujo de comunicación dividido por sectores, para hacer notar sus diferencias y semejanzas.

Figura 9.

Flujo de comunicación sectorizado.



Nota. Esquema elaborado a partir de la publicación: “El conocimiento científico presente en la vida cotidiana” de Edith Escalón, publicado en el Diario Xalapa, y producido por la Dirección de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Veracruzana, en enero de 2014.

El esquema anterior señala como la densidad del conocimiento se presenta diferente en la comunicación de pares de la que se dirige a un público lego, dejando a los expertos de otros campos en el área intermedia, sin embargo, las posturas comunicativas en la ciencia se pueden explicar a partir del proceso comunicativo como se presenta en el esquema anterior, pero

también a partir de la percepción que existe de la divulgación científica, que solo se puede entender a voz de los expertos en el área.

3.4 EXPERTOS EN COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

Con la finalidad de dar contexto a las experiencias obtenidas en la práctica de la divulgación de la ciencia, se propuso dentro de la metodología la implementación de “entrevistas a expertos”, para generar un estudio diagnóstico sobre la comunicación pública de la ciencia, que particulariza en las condiciones el estado de Baja California, México.

La técnica de recolección de datos fue elegida debido a que facilita el procesamiento de opiniones al momento de generar un primer acercamiento al fenómeno. La entrevista a expertos, es un instrumento idóneo para obtener información cualitativa de carácter social que permite ofrecer un estado del arte a nivel regional, al que se suma y contrasta con la opinión de expertos a nivel nacional.

Tal como señala Muñoz (2015, p.256) “la entrevista, es una técnica que, por medio de una conversación, busca entender una realidad desde la perspectiva del entrevistado. Como técnica de investigación cualitativa pretende obtener descripciones del mundo del entrevistado, es decir, su entorno, visión, comprensión y significado”

Se optó por la entrevista “no estructurada” debido a que su carácter informal permite un mayor margen de maniobra en el momento de su aplicación, puesto que la técnica facilita el acercamiento al entrevistado y se desarrolla a modo de conversación; pese a que existía un guión de preguntas la entrevista se tornó hacia otras esferas temáticas, las que, si bien no eran parte de la estructura inicial, posibilitaron el acercamiento con los expertos.

La variación del instrumento se dirigió al desarrollo de “entrevistas focalizadas”, que también se pueden entender como “entrevista personal”, como lo plantea Namakforoosh (2010, p. 141), “la comunicación interpersonal permite tener un mayor control del instrumento en su aplicación, en comparativa con una comunicación mediada, ya que se pueden medir las reacciones, enfatizar en algún punto de interés y profundizar tanto como se requiera, ya que esta técnica posibilita la modulación de la entrevista en función al desarrollo de la misma”. Dando como resultado que los expertos aborden tópicos periféricos a la temática, permitiendo

expresar opiniones respecto al problema de estudio y ofreciendo una mayor cantidad de referentes al fenómeno, mediante la libre expresión de significados e ideas del tema.

La selección de la muestra agrupó a personas expertas en el área de la divulgación de la ciencia del estado, del país y de nivel internacional, cuyas opiniones ofrecieran una perspectiva sobre la comunicación de la ciencia, particularizando sobre el estado de Baja California. Con la opinión de expertos, se busca revisar similitudes y contrastar criterios.

Se determinó entrevistar a las directoras de los tres museos de ciencia del estado de Baja California del año 2020, en El Trompo en Tijuana, El Sol del Niño en Mexicali y museo Caracol en la ciudad de Ensenada, así como la representación de las tres principales instituciones de ciencia del mismo estado: correspondientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

A las seis entrevistas regionales se sumaron tres nacionales que incluían a la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), la Universidad Jesuita de Guadalajara (ITESO) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), concluyendo con una entrevista a instancia internacional, en la que se contó con la participación de la Organización de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (UNESCO), dando un total de 10 entrevistas a expertos.

Tabla 9.
Entrevista a expertos en divulgación de la ciencia

Instancia		Expertos en Divulgación de la Ciencia		
Nomenclatura	A	B	C	
1 MUSEOS REGIONALES	Lic. María del Rosario Ruiz Camacho Directora del Museo Trompo (Tijuana)	Lic. Maricela Jacobo Heredia Directora del Museo Sol del niño (Mexicali)	Arqlga. Julia Bendimez Patterson Directora del Museo Caracol (Ensenada)	
2 INSTITUTOS REGIONALES	Dra. Ileana Espejel Carbajal Investigadora de la Facultad de Ciencias Universidad Autónoma de Baja California	C.Dr. Fernando Andres Ávila Castro Divulgador del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México	Lic. Norma Herrera Jefa del departamento de Comunicación del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	
3 INSTITUTOS NACIONALES	Mtra. Lourdes Patiño Barba Expresidenta de la	Dra. Susana Herrera Lima	Dr. Raúl Mújica García Investigador del	

	Sociedad mexicana para la divulgación de la ciencia y la técnica	Investigadora del ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.
4 INSTANCIA INTERNACIONAL	Dra. Lidia Brito Directora regional de ciencia. Organización de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe.		

Nota. Tabla de elaboración propia (2020), que pormenoriza las personas, cargos e instituciones a las que representan los entrevistados.

Las variables a medir con el instrumento partían de tres ejes: 1) conocer la opinión de los expertos sobre la relación del diseño gráfico y comunicación visual para una eficiente divulgación científica, 2) evaluar su criterio respecto a la intervención del diseño y los proyectos visuales en las exposiciones de los museos y por último, 3) revisar sus consideraciones en materia de las necesidades visuales en la comunicación de la ciencia a públicos generales.

Para conseguir la medición de las anteriores variables, se desarrolló un guión que consistió en tres preguntas, mismas que se acompañaban de la exposición de premisas sobre el fenómeno a estudiar, buscando introducir a los entrevistados en el tema.

Las preguntas realizadas en las entrevistas fueron:

1. En relación a la imagen, y a grandes rasgos (entiéndase por imagen el diseño gráfico y comunicación visual). ¿Qué función o posición considera que cumple la imagen en la divulgación de la ciencia?
2. Para el caso de los museos de ciencia y de los espacios de exposición: ¿Cómo considera que interviene el diseño y los proyectos visuales en las exposiciones?
3. En cuanto a lo aprendido sobre divulgación a lo largo de estos años de experiencia: ¿Que considera que necesitan los divulgadores en México para poder fortalecer la apropiación del conocimiento en los públicos generales?

3.5 ENTREVISTA A EXPERTOS

Para analizar las respuestas de las entrevistas a expertos se utilizó el “diagrama de afinidad”, que agrupó las semejanzas en las opiniones que aportaron los expertos del tema, mismos que por la selección de sus perfiles estaban familiarizados con el contexto y la operatividad en las

exposiciones en los museos. Se eligió esta técnica porque permite la visualización de ideas afines, para la construcción de una perspectiva incluyente de la problemática.

Una vez aplicadas las entrevistas se transcribieron las respuestas a cada cuestionamiento en fichas extensas que recogen la información institucional y de contacto de los entrevistados, así como la fecha y duración de la entrevista, al igual que las respuestas de cada pregunta, y en algunos de los casos anotaciones extras que aportaron fuera del guión. Posterior a la transcripción, se sintetizaron las respuestas de los expertos y se agruparon por reactivos (secciones), asignado una clasificación a cada entrevistado y colocando las siglas de “EDC”, que significarán en lo sucesivo “Experto en Divulgación de la Ciencia”, a las cuales de manera contigua se les colocó un guión medio y la nomenclatura asignada en la clasificación de instancias participantes.

PREGUNTA 1: LA IMAGEN EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

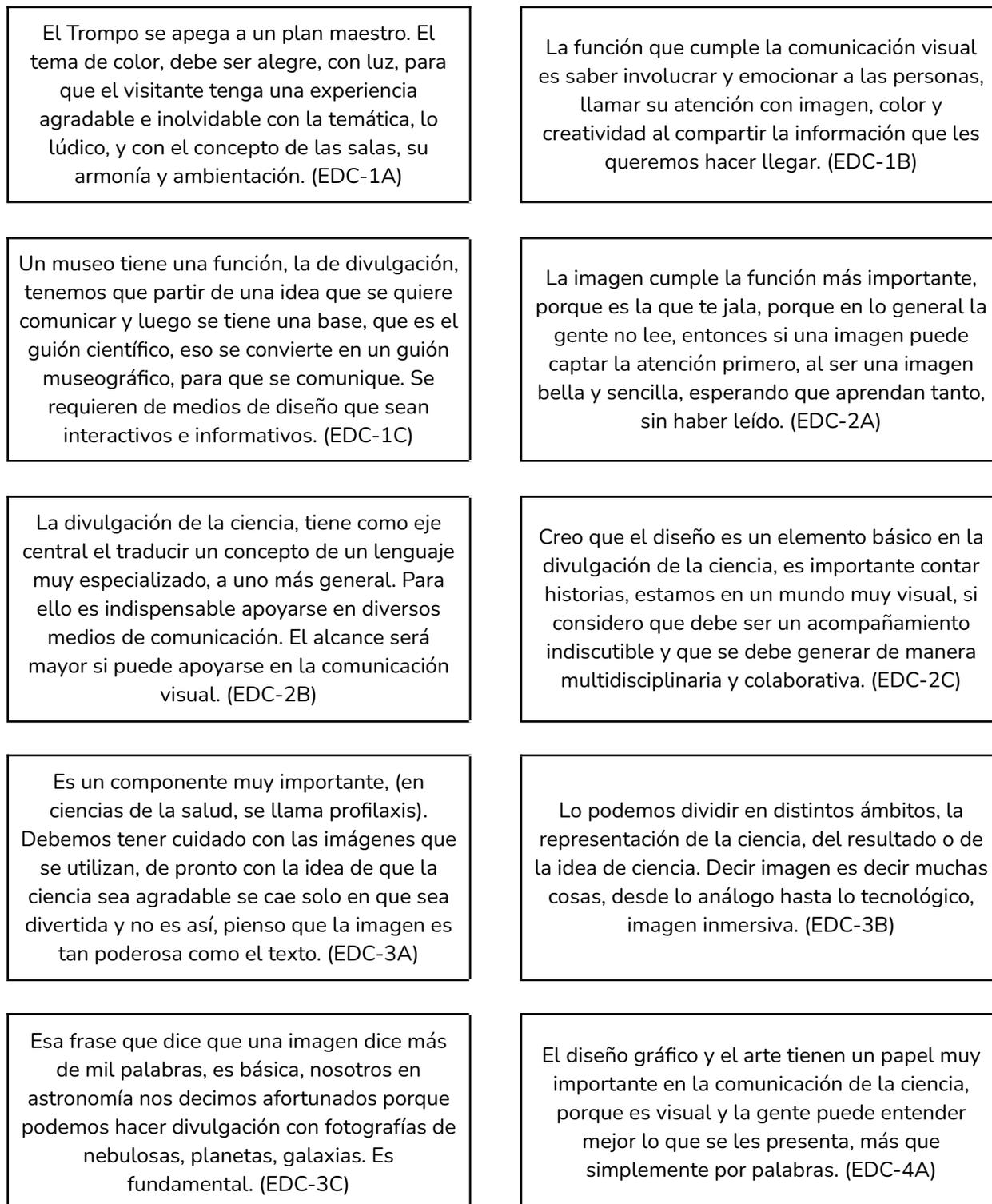
Al preguntarle a los expertos sobre la función que ellos considera que cumple la imagen en la divulgación de la ciencia, todos respondieron que era “muy importante” y que juega un papel fundamental en la comunicación a públicos no expertos, la mitad de ellos consideraron que además de la función comunicativa, la imagen permite generar emociones en los espectadores, para EDC-2A, la imagen es la que seduce al público y es la forma más llamativa de atraer a las personas, mientras que EDC-3A advierte que se debe ser cauteloso con el uso de los productos visuales, ya que en algunas ocasiones, bajo la premisa de que la ciencia sea agradable, se puede perder el objetivo y dejar al usuario únicamente con la experiencia, pero sin el aprendizaje.

Varios consideran que la imagen es de gran apoyo para divulgar la ciencia, a lo que se suma EDC-2B, que considera indispensable apoyarse en diversos medios de comunicación, asumiendo que el alcance de la apropiación de la ciencia, será mayor si el mensaje se soporta en la comunicación visual.

EDC-3B enfatiza sobre las clasificaciones de uso que la imagen suele ocupar en la ciencia: como la representación, del resultado o el imaginario de la misma, Por último, EDC-2C, sugiere que la comunicación visual debe ser un producto que se geste de manera multidisciplinaria.

Figura 10.

Diagrama de afinidad de la primera pregunta.



Nota. Elaboración propia (2020).

PREGUNTA 2: EL DISEÑO EN LAS EXPOSICIONES

Para el caso de los museos de ciencia y de los espacios de exposición, se cuestionó a los expertos: ¿Cómo consideraban que interviene el diseño y los proyectos visuales en las exposiciones?, los entrevistados expresaron múltiples ideas al respecto; desde recuerdos de las exposiciones más imponentes y reflexivas que han visto, hasta ideas que les resultaría grato de implementar, pasando por el señalamiento de iniciativas que diversas instituciones están realizando y deben celebrarse.

Todos coincidieron en la importancia que tiene el diseño y los proyectos visuales en los museos y del papel tan importante que juega la museografía para el éxito de una buena exposición, de cómo los conocimientos de diseño y comunicación visual deben combinarse con el de los especialistas en museografía para trabajar de manera coordinada, por ejemplo, la directora del museo Trompo en Tijuana, explica que el plan maestro sigue vivo aún, debido a que la concepción del proyecto en macro estuvo analizado específicamente para cumplir una función, con objetivos claros, con lo cual se evidencian las repercusiones de generar proyectos museográficos específicos, considerando el contexto y prioritariamente a los usuarios.

Siendo los usuarios, un tema señalado por la mitad de los entrevistados, aseverando que analizar de manera anticipada a los públicos de las exposiciones y lograr conocerlos permitirá alcanzar el éxito de las exhibiciones, para lo que EDC-3B cuestiona: ¿Quieres tener público en el museo que esté realmente interesado, que asista con cierta frecuencia?, tienes que preguntarte todas las variables de quienes son ese público. Para EDC-1C las exposiciones no deben desarrollarse sólo por motivaciones personales o incluso institucionales, deben de cumplir el objetivo de comunicar la ciencia a los usuarios de destino.

Uno de los comentarios aislados, pero de gran importancia a señalar, lo aporta uno de los divulgadores de Baja California, quien expresa cómo los museos luchan constantemente con la percepción de que la ciencia es aburrida o elevada y que se debe de considerar que los conceptos científicos requieren de un apoyo visual, siendo entonces el reto conseguir contenidos atractivos sin descuidar la calidad de información. Asimismo, otros especialistas indican que no imaginan un museo sin imágenes, que las sociedades hoy en día son más visuales y a su vez cuentan con más recursos y artefactos tecnológicos para la visualización de fenómenos científicos.

Figura 11.

Diagrama de afinidad de segunda pregunta.

El Trompo se planeó durante años, por eso el plan maestro aún está vivo, lo seguimos al pie de la letra, porque se hizo bien, cuidamos mucho nuestra imagen institucional. Todo el diseño estuvo concebido específicamente para esta función. (EDC-1A)

Una parte muy importante para el éxito de la exhibición, ya que el diseño se hace pensando en el usuario a quién va dirigido y no basta con la explicación, lo ergonómico, el color, el diseño son de suma importancia para el éxito de la misma. (EDC-1B)

Me resulta tan interesante. Creo que debe existir una visión general, cada persona que desarrolla una exposición lo hace desde una perspectiva individual o de una institución, se deben conjugar el conocimiento del experto en el área y el de museología. (EDC-1C)

El diseño es muy decisivo.
Para mí la exposición más impresionante que he visto en un museo, fue de taxonomía de Linneo. La efectividad consistió en el diseño, los objetos y no en los largos contenidos. (EDC-2A)

Los museos luchan con la percepción de que la ciencia es aburrida o elevada. Los conceptos científicos requieren de un apoyo visual para complementar. El reto es ser atractivo sin descuidar la calidad de la información. La ciencia es un proceso para generar conocimiento. (EDC-2B)

Creo que es necesario trabajar de manera coordinada los diseños y esfuerzos para realizar las exposiciones y las estructuras museográficas. (EDC-2C)

Intervención en el espacio público: me agrada hacer divulgación a modo de acción poética, a modo de arte urbano con temática de graffiti, experiencias en mercados, ferias, *stand up*, etc. (EDC-3A)

La imagen debe ser pertinente al museo, y con ese objetivo se puede desarrollar. ¿Quieres tener público en el museo, que esté realmente interesado, que asista con cierta frecuencia?, tienes que preguntarte todas las variables de quienes son ese público. (EDC-3B)

No me imagino un museo que no tenga gráficos en 2D o 3D, es una manera de atraer y acercarse más rápidamente al concepto y a las actividades que quieres hacer. No me imagino el museo sin imágenes porque son históricas, de registro, en movimiento, ilustrativas. etc. (EDC-3C)

Hay mucha influencia, hace unas semanas atrás abrió <http://www2.latu.org.uy> cómo trazar la parte de los súper héroes para comunicar ciencia, los museos son ahora mucho más visuales e interactivos. (EDC-4A)

Nota. Elaboración propia (2020).

PREGUNTA 3: APROPIACIÓN DE LA CIENCIA EN MÉXICO

Para conocer las reflexiones de lo aprendido sobre divulgación de la ciencia a lo largo de sus experiencias, se les preguntó a los especialistas: ¿Qué consideran que necesitan los divulgadores en México para poder fortalecer la apropiación del conocimiento en los públicos generales?, partiendo de la comprensión y la inexistencia de los mal llamados “públicos generales”, que también pueden denominarse como públicos amplios, pero que en ambos casos no definen las características particulares de los espectadores, el mismo tema fue señalado por EDC-3A, quien comenta que se debe empezar a diseñar para públicos específicos, hay que segmentarlos, porque cuando quieres diseñar para todos, terminas por no hablarle a nadie. Mientras que EDC-3B añade, que es determinante conocer a los públicos, que “esa es la clave”, pero de forma profunda, su contexto social, cultural, económico, educativo, sus intereses y necesidades en términos de conocimiento científico, y no hacer propuestas que salgan de las elucubraciones, imaginaciones o gustos personales.

El 80% de los entrevistados señaló que el rol que juega el divulgador no es reconocido en México y que se requiere de dicho reconocimiento a las personas y a la actividad en sí para facilitar su quehacer y sumar una mayor cantidad de especialistas en comunicar la ciencia, que cuenten con la preparación y el compromiso necesarios, que solo se puede dar al reconocer la labor.

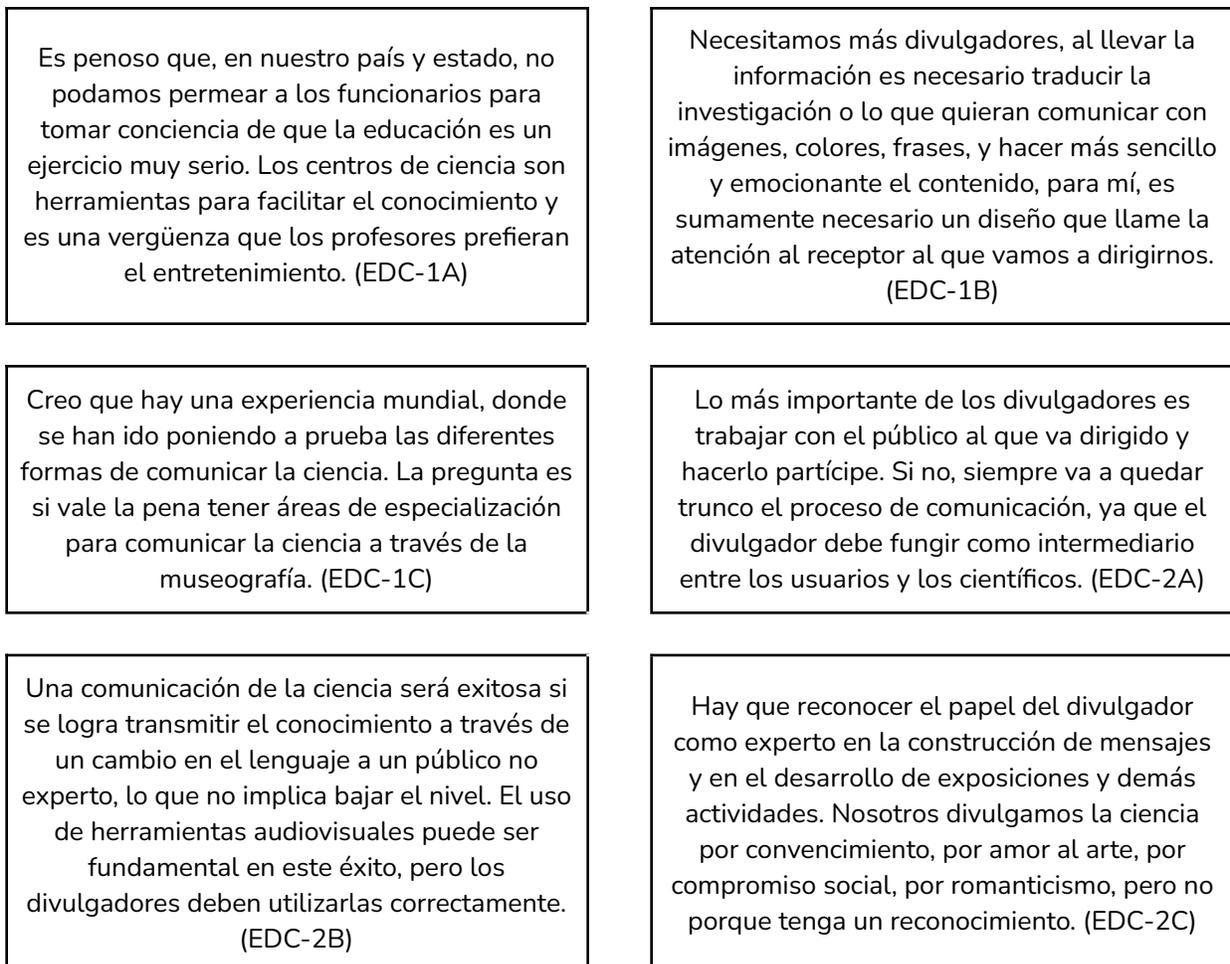
EDC-2B plantea que, una comunicación de la ciencia será exitosa si logra transmitir el conocimiento a través de un cambio en el lenguaje a un público no experto y que bajar ese lenguaje no implica bajar el nivel. dicha idea que se acompaña de la opinión de EDC-1B, que al igual que la mayoría, señala al divulgador como traductor e intermediario del conocimiento científico, define que, se requiere comunicar mediante diferentes formatos y estrategias para hacer más sencillo y emocionante el contenido. De tal modo que los especialistas piensan que se deben saber usar correctamente los recursos mediáticos, sin sobre simplificar el contenido, ya que al hacerlo se pierde la idea a comunicar (EDC-3C).

Para algunos de los especialistas, la falta de reconocimiento para realizar divulgación de la ciencia propicia escenarios de desatención a dicho sector, EDC-1A expresa que le resulta penoso que en México y especialmente en Baja California no podamos permear en los

funcionarios para tomar conciencia de que la educación es un ejercicio muy serio y que los centros de ciencia son herramientas para facilitar el conocimiento. A su vez EDC-2C expone, nosotros divulgamos la ciencia por convencimiento, por amor al arte, por compromiso social, por romanticismo, pero no porque tenga un reconocimiento.

Por último, se plantea como un valioso ejercicio el conectar a divulgadores con científicos y lograr aproximar esos lazos para hacer más fuerte el quehacer de la comunicación de la ciencia, incluyendo igualmente a los periodistas que se dedican a esa área. Cerrando la idea EDC-4A puntualiza que la cultura científica es fundamental para el desarrollo sostenible, para la inclusión, para la construcción de la paz, debemos trabajar juntos y no hacer separación, sino integrar el trabajo.

Figura 12.
Diagrama de afinidad de tercera pregunta.



No existen los públicos generales, y en ese sentido se debe empezar a diseñar para públicos específicos, segmentarlos por que cuando quieres diseñar para todos, terminas por no hablarle a nadie. (EDC-3A)

Conocer a los públicos, esa es la clave. Pero de forma profunda, su contexto social, cultural, económico, educativo, sus intereses y necesidades en términos de conocimiento científico. No hacer propuestas que salgan de las elucubraciones, imaginaciones o gustos. (EDC-3B)

Noto en algunos divulgadores que sobre simplifican, con tal de hacer de intérpretes, traductores o mediadores, de tal modo que se pierde la esencia del concepto. Con esta idea de acercarse, llegan al punto de no comunicar la idea. Se requiere preparación y reconocimiento del divulgador. (EDC-3C)

La conexión entre divulgadores y científicos debe aproximarse para hacerse más fuerte, junto a los periodistas. La cultura científica es fundamental para el desarrollo sostenible, para la inclusión, para la construcción de la paz, debemos trabajar juntos, y no hacer separación sino integrar el trabajo. (EDC-4A)

Nota. Elaboración propia (2020).

A partir de las ideas expuestas por los expertos sobre la comunicación visual que se efectúa en los museos de ciencia, se concluye que existe una aceptación por las aportaciones que disciplinas como el diseño gráfico y la comunicación visual tienen dentro del desarrollo de proyectos exitosos de divulgación científica, misma que a la voz de los entrevistados posee una gran necesidad de ser visibilizada y reconocida por parte de las instancias gubernamentales, tomadores de decisiones e instituciones relacionadas con ciencia y tecnología en el país, con la finalidad de propiciar condiciones que permitan facilitar los procesos comunicativos a públicos no expertos. Con ello, se infiere que la carencia de estructuras visuales efectivas en los discursos de divulgación científica obedece, en gran medida, a las reducidas condiciones para operar por parte de quienes hacen divulgación y dirigen iniciativas o instituciones de popularización de la ciencia.

Del mismo modo, se enfatiza que la divulgación en lo general y particularmente en los museos, requieren de grupos multidisciplinarios que colaboren de manera conjunta para posibilitar la comprensión de los contenidos, considerando que no se habrán de lograr los objetivos de una verdadera apropiación del conocimiento científico, si los proyectos de divulgación carecen de personal que traduzca y simplifique los mensajes mediante competencias comunicativas, de diseño, museología y educación, entre otras.

Por último, uno de los hallazgos importantes consistió en la visible preocupación que los especialistas evidenciaron, asociada a la falta de entendimiento que aún se tiene sobre los públicos a los que se dirigen los proyectos de divulgación científica, teniendo certeza que esta carencia impide llegar a la población a la que se busca proveer de contenidos especializados. Asumiendo en su mayoría, que una vez que se consiga comprender su contexto y se cuente con el perfil real de dichos públicos se podrá hablar en el mismo lenguaje y conseguir la decodificación efectiva de los mensajes presentados, es decir, se habrá llegado al objetivo primario de la divulgación: comunicar la ciencia.

CAPÍTULO IV

Modelos de Comunicación

4.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE MODELO

Respecto a la concepción de “modelo”, la Academia de la Lengua Española lo define como un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo; mientras que el diccionario de *Oxford Languages* lo plantea como una representación que sirve de pauta para ser copiada, en ambos casos, se propone el modelo como una representación en pequeña escala de algún objeto o proceso, en los esquemas teóricos suele presentarse como la abstracción de los principales elementos de una realidad compleja, representada visualmente para facilitar su comprensión y comunicación.

Así pues, los modelos funcionan como medios de comprensión de la realidad, que no son la realidad misma, sino la construcción y representación simbólica de los objetos o procesos del mundo real. Un modelo es, en principio, una obra de ficción (...) A través de un modelo se puede estudiar un fragmento del mundo, asirlo, entenderlo. El modelo permite moldear, manipular, simular. (Sánchez, U. 2003, p.101)

El modelo se construye como un medio de ayuda para estudiar la realidad. Por otra parte, contribuye a comprender las teorías y las leyes. En algunos casos sirve para verificarlas (Sierra; 1984, p.131). Esto último, al mostrar, según Bisquerra (:44), las condiciones ideales en las que se produce dicha corroboración. El modelo, por tanto, tiene un carácter instrumental. (Citado en Carvajal, A., 2002, p.13)

Los modelos comunicativos permiten estudiar escenarios existentes e incluso proponer las realidades, es decir, sugerir una interacción hipotética entre los actores, recrear las posibles alternativas y condicionantes, pero en cualquiera de los casos tienen por objetivo facilitar la comprensión y el análisis de los postulados del proceso comunicativo.

Uriel Sánchez Zuluaga (2003, p.109) plantea que un modelo de comunicación “es una preocupación por la interacción y la construcción de sentido entre dos o más sujetos y al mismo tiempo es la propuesta acerca de cómo debe ser esa interacción. El sentido de la comunicación, sus medios, la relación entre emisor y receptor, el ambiente en el cual se desarrolla y los ruidos que la afectan; la trascendencia de dichas interacciones comunicativas para los seres humanos, las sociedades y sus organizaciones, son la razón para modelar la comunicación”.

Finalmente un modelo de comunicación, desde una concepción amplia, opera como sistema de la realidad, presenta las conexiones entre los elementos y los flujos de comunicación existentes que determinan jerarquía y la organización del proceso, en mucho caso, el concepto de modelo se suele confundir con el teoría, en algunos otros se plantean como equivalentes, no obstante, como constructos científicos cada uno posee un función distinta, mientras que el modelo puede representar visualmente un sustento teórico, en la versión inversa, la teoría no requiere traducirse mediante un modelo, ya que su importancia recae en ser postulados que se aplican a una ciencia, y funciona como un punto de perspectiva para el análisis de una fracción de ella; de esta manera, una teoría puede poseer diferentes modelos que la expliquen. Ya que como plantea Rodrigo Alsina (1989) un modelo contiene un principio racional y conceptos definidos nominalmente que aparecen estructurados bajo la forma de un mecanismo. Es decir, hay una correlación unívoca entre las posiciones de la teoría y las del modelo. (p.28)

En la medida en que una teoría debe representar el fenómeno de interés de alguna manera, se puede decir que toda teoría incluye un modelo o al menos tiene una forma conceptual que puede modelarse. Sin embargo, no todos los modelos son una teoría porque no todos los modelos proporcionan una explicación basada en principios para la estructura o el proceso representado. (Citado en Copley & Schulz, 2013, p.46)

De regreso en la noción general del concepto de modelo, permite reflexionar sobre su carácter de construcción racional, que como representación de la realidad mantiene inexactitudes y pérdida de información fina, que se construye en aras de un entendimiento simbólico amplio del proceso comunicativo.

En términos generales podemos entender el modelo de comunicación, como la abstracción de una realidad compleja, usualmente exteriorizada mediante una representación visual, cuyo objetivo es facilitar la comprensión de las relaciones e interacciones de los elementos que intervienen en el proceso comunicativo.

4.2 FUNCIONES Y CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS

Más allá de la descripción conceptual, existen funciones que cumplen los modelos que diversos teóricos han propuesto, como los descritos por Cecilia Alegría (1994), desde una mirada sistémica ella señala tres funciones principales: 1) organizadora, 2) simplificadora, y 3) delimitadora, dichas funciones explican cómo los modelos sirven para organizar los sistemas y sus interacciones por medio de flujos ordenados, simplificando la comprensión mediante diagramas que facilitan una realidad compleja, a la vez que delimitan un objeto de estudio, estableciendo los componentes y fragmentos de una realidad, que agrupa y selecciona las secciones sobre las cuales se inclinará la naturaleza y los tipos de relación entre los elementos.

Por su parte McQuail y Windahl señalan las principales funciones de un modelo:

1. Mostrar las principales partes de una estructura o proceso y su relación.
2. Presentar una visión panorámica sobre una circunstancia en particular.
3. Ayudar a descifrar información que podría parecer ambigua o complicada.
4. Guiar a quien interpreta hacia los puntos claves de un sistema o proceso.
5. Hacer posible la predicción exitosa o el curso de determinados eventos. (Citado en Copley & Schulz, 2013, p.46)

A su vez, Álvaro Carvajal propone que, en la perspectiva epistemológica el modelo puede considerarse como una especie de descripción o representación de la realidad (hechos, situaciones, fenómenos, procesos, estructuras y sistemas, entre otros), que, por lo general, está en función de unos supuestos teóricos (2002, p.8). Y como toda expresión esquematizada, el modelo representa secciones de la realidad, nunca su totalidad, únicamente los aspectos más significativos, clasificándolos en cinco tipos diferentes, según su abstracción: icónicos, analógicos, topológicos, simbólicos y matemáticos, organización que va desde lo tangible a lo intangible.

Tabla 10.
Categorización de modelos compilada por Álvaro Carvajal.

Tipos	Descripción	Ejemplos
ICÓNICOS	Representaciones físicas del sistema real. Se asemeja directamente al hecho, proceso sistema.	Pinturas, planos, mapas, maquetas.

ANALÓGICOS	Son sustituciones de cualidades o propiedades por otras desde la analogía.	Modelo del sistema planetario.
TOPOLÓGICOS	La colocación de elementos en un plano de tal forma que se ordenan los elementos del sistema que pueden indicar un sistema de flujo.	Diagramas, cuadros, esquemas, mapas conceptuales.
SIMBÓLICOS	Representación por medio de símbolos del sistema, proceso o fenómeno que se estudia sin conexión conceptual o visual.	El símbolo del H ₂ O para representar el agua.
MATEMÁTICOS	Conjunto de proposiciones matemáticas y aritméticas con símbolos y reglas de dicha disciplina.	Una ecuación o un algoritmo.

Nota. Elaboración propia a partir de la síntesis de Álvaro Carvajal propuesta en “Teorías y modelos: formas de representación de la realidad” en el año 2002.

En la pluralidad de clasificaciones que existen sobre los modelos, se encuentran diversidades de posturas entre las cuales destaca, la de Díaz Bordenave y Martins de Carvalho (1978), que categorizan los modelos por áreas disciplinares a las que se inclinan, definiendo seis grupos: 1) Modelos físicos (mecanicistas), 2) psicológicos, 3) sociológicos, 4) antropológicos, 5) socio-psicológicos, y 6) semiológicos. Mientras que en la propuesta realizada por Charles Pavitt (2010) en “*Alternative approaches to theorizing in communication science*”. plantea tres grandes grupos.

Tabla 11.
Clasificación de modelos por Charles Pavitt.

Tipos	Descripción
MODELOS FÍSICOS	Reproducen la apariencia física o el funcionamiento de algo. Corresponden a modelos a escala o de proceso. Son poco utilizados en la investigación de la comunicación.
MODELOS CONCEPTUALES	Son representaciones simbólicas como los diagramas de ruta estructural que modelan las relaciones entre un conjunto de variables, o de procesos que plantean los componentes y las etapas principales.
MODELOS FORMALES	Simulan procesos mediante ecuaciones matemáticas o algoritmos computacionales. Tienden a valorarse en enfoques teóricos por la precisión predictiva más que por la explicación realista.

Nota. Síntesis de los tipos de modelos descritos por Charles Pavitt (2010, p.38) en “*Alternative approaches to theorizing in communication science*”.

Entre las clasificaciones específicas de los modelos comunicativos, Denis McQuail y Sven Windhal, en su libro “Modelos para el estudio de la comunicación colectiva” de 1984, realizan una categorización que se basa fundamentalmente en las características y funciones básicas que cumplen los modelos, agrupando a los autores en cinco rubros.

Tabla 12.
Clasificación de modelos por McQuail y Windhal.

Modelos	Autores
Modelos básicos	Laswell, Shannon y Weber, De Fleur, Osgood, Schramm, Dance, Gerbner, McLeod, y Chaffe, McLeon, Newcomb y Westley, Riley, y Maletzke.
Modelos de influencia personal, difusión y efecto de la comunicación colectiva	Modelo de la aguja hipodérmica. Comstock, Katz y Lazarsfeld, Rogers y Shoemaker y el modelo de la curva en J.
Modelos de los efectos de la comunicación colectiva sobre la cultura y la sociedad	De Fleur, Ball – Rokeach, Malcom McCombs, Donald Shaw, La espiral del silencio y el modelo de los distanciamientos informativos como efectos.
Modelos centrados sobre la audiencia	Katz, Lazarsfeld, McQuail, Berelson, Host, Herzog, Rosengren y Windhal relacionados con los estudios de los usos y los efectos, Donohew y Tipton.
Modelo de sistemas de comunicación colectiva selección y circulación	McQuail y Windhal retoman aquí propuestas de Westley, McLean, DeFleur, Riley y Riley, Gieber, Johnson, White, McNelly, Galtungy Ruge.

Nota. Clasificación extraída de Uriel Sánchez (2003), publicada en “De las quimeras a la comprensión de la realidad. Un acercamiento a los modelos de comunicación” (p.111).

Por último, Aguado Terrón (2004) propone a partir de otros autores que es posible realizar la categorización de los modelos comunicativos como: a) lineales, b) circulares, y, c) reticulares, de esta misma forma es aceptable sustituir estas clasificaciones como: Modelos lineales, interactivos y transaccionales, que de igual forma permite mantener la simplificación de las agrupaciones por rasgos de representación visual y de funciones de los diversos elementos del proceso comunicativo.

4.3 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS COMUNICATIVOS

Los estudios comunicativos nacen formalmente durante los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, en funsión a la reorganización económica, política y social, que propicio un espacio ideal para el estudio de los medios y los discursos comunicativos, que, a su vez, estaba influenciados por un creciente avance tecnológico que favoreció a los medios de comunicación masiva, y con ello, a la inquietud de teóricos por comprender el poder mediático en las sociedades de posguerra.

Figura 13.
Línea del tiempo de los modelos comunicativos.

1910	1916 Saussure, Ferdinand.	1920	1927 Lasswell, Harold.	1930	1934 Bühler, Karl.	1940	1947 Lewin, Kurt.	1948 Lasswell, Harold.	1948 Shannon & Weaver	1948 Lazarsfeld & Merton.	1948 Wiener, Norbert
1950	1951 Lewin, Kurt.	1951 Baterson, Gregory.	1953 Newcomb, Theodore.	1954 Hovland, Carl.	1954 Schramm & Osgood	1954 Lazarsfeld & Katz	1956 Gerbner, George.	1957 Westley & MacLean	1958 Braddock, Richard.	1959 Riley & Riley	
1960	1960 Berlo, David.	1960 Jakobson, Roman.	1963 Maletzke, Gerhard.	1964 McLuhan, Marshall.	1966 DeFleur, Melvin.	1967 Dance, Frank.	1967 Moles, Abraham.	1967 Watzlawick & Beavin	1968 Eco, Umberto.	1969 Bense, Max.	
1970	1970 Schramm, Wilbur.	1972 Munari, Bruno.	1973 Katz & Blumler	1975 Eco, Umberto.	1980		1990	1991 Shoemaker & Reese.	1995 Alsina, Rodrigo	1996 Lozano, Carlos	1999 Vilchis, Luz.

Nota. La línea del tiempo concentra los principales modelos de análisis para el presente estudio, con la finalidad de identificar la producción académica por años y por autores.

En la figura anterior se observa como durante las décadas de 1950 y 1960, teóricos de diversas áreas de estudio se dieron a la tarea de analizar la influencia de los mensajes mediáticos, con la prevaleciente inquietud de explicar el proceso de la comunicación de masas, y si bien, se debe señalar que la compilación de modelos comunicativos que se utilizan en las representaciones del presente estudio, no son la totalidad de los producidos a lo largo de los años, se aclara que si son los más significativos dentro de los estudios de comunicación y de producción visual.

Para dar contexto de los inicios de los modelos comunicativos, es valioso recuperar el aporte del modelo Aristotélico (384-322 a.c.) que propone un entendimiento del proceso de comunicación desde la retórica y la persuasión, que consideraba tres elementos esenciales: emisor, mensaje y receptor, o también comprendido por Aristoteles como: orador, discurso y auditorio.

Por su parte Ferdinand de Saussure, propone en *Cours de linguistique générale* de 1916, las bases para la comprensión de la comunicación interpersonal desde la lingüística, por medio del circuito del habla. distinguiendo las particularidades entre “habla” y “lengua”, dejando en su legado la consolidación de la lingüística como una ciencia formal, así como las vastas aportaciones al estudio de los signos desde la semiología.

Para el año de 1948 surgen dos de las principales propuestas que habían de profundizar en el proceso comunicativo, y que darían posteriormente forma a los estudios de la comunicación como entorno disciplinar estructurado; los teóricos a cargo fueron: Harold D. Lasswell y Claude Shannon en colaboración con Warren Weaver. Ambos modelos provienen de una estructura básica correspondiente a estímulo - organismo - respuesta (EOR), asociada a los postulados de la teoría de la aguja hipodérmica, que reducían la comunicación, a un formato bancario, en el que se deposita la información en el receptor sin que este tenga mayor capacidad de intervención en el proceso.

De tal forma que, el modelo desarrollado por Harold Lasswell, abstrae el proceso comunicativo de forma lineal y unidireccional, que originalmente se estructura mediante la fórmula que responde a: ¿quién - dice qué - a quién - por cuál canal - con qué efecto?, y pese a la aparente escasez de recursos para explicar en su totalidad la complejidad del proceso comunicativo, la fórmula de Lasswell fue el punto de partida para múltiples estudios de comunicación, ya que reconoce los cinco elementos principales a considerar dentro de la comunicación humana.

Figura 14.
Modelo de Harold Lasswell



Nota. Concepción original de la fórmula de Harold Lasswell, abstraída del capítulo de libro: *The structure and function of communication in society*, perteneciente a la publicación: *The communication of ideas*, de 1948.

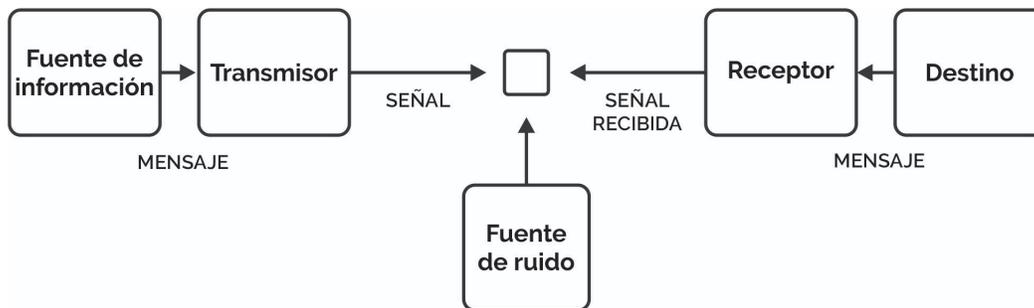
Entre las diversas expresiones esquemáticas derivadas del modelo de Lasswell, se destaca la ampliación efectuada por Richard Braddock en 1958, en el artículo de *An extension of the*

Lasswell formula, que integra a las preguntas originales la reflexión de ¿En cuáles circunstancias? y ¿Con qué propósito? se desarrolla el proceso de comunicación.

Por otra parte, Claude Shannon en conjunto con Warren Weaver, publican el artículo nombrado: *A Mathematical Theory of Communication*, un modelo que incluye entre sus elementos: la fuente de información y el transmisor del mensaje, en reciprocidad con el receptor y destino del mensaje, que fluyen entre una señal que se emite y se recibe, y que puede ser afectada por alguna fuente de ruido.

Figura 15.

Modelo de Shannon y Weaver.



Nota. Modelo original sin correcciones de los autores. Un diagrama esquemático del modelo de comunicación de Shannon, tomado de su artículo.

Paul Copley & Peter Schulz explican cómo la fórmula de Shannon, permite al lector centrarse en la cuestión de ingeniería, enfocando su interés en asegurar que la señal transmisión sea recibida por el receptor a pesar del ruido. Utilizar conceptos de mecánica estadística para asegurarse de que el receptor pueda corregir las posibles distorsiones debidas a la interferencia de la fuente de ruido. (p.86)

La teoría matemática de comunicación de Shannon¹³, y la fórmula de Lasswell, han sido retomadas, corregidas y ampliadas por un sin número de teóricos, que partiendo de estos supuestos iniciales han ofrecido aportaciones valiosas para el entendimiento de la comunicación, por lo cual, en una búsqueda por estudiar las relaciones entre los modelos de comunicación, sus autores y teorías de procedencia, se desarrolla un análisis mediante la visualización de redes heterogéneas descrita en el apartado posterior.

¹³ El modelo de Shannon, se aplica a *cualquier* mensaje, independientemente de su significación. Esta teoría permite, sobre todo, estudiar la cantidad de información de un mensaje en función de la capacidad del medio. Esta capacidad se mide según el sistema binario (dos posibilidades, 0 o 1) en bits (*binary digits*) asociados a la *velocidad* de transmisión del mensaje. (Galeano, 1997, p.23)

4.4 ANÁLISIS RELACIONAL DE MODELOS COMUNICATIVOS

El análisis de los modelos de comunicación se realizó mediante la técnica de visualización de datos, debido a la necesidad de una jerarquización y organización relacional de elementos, que fuese articulada y codificada por el lenguaje visual, para permitir organizar la información sintetizada, pero también para presentar los datos lo más sencillamente posible, dicha jerarquía se visualiza mediante el tamaño y distribución de los puntos de convergencia (nodos), junto con el grosor de las líneas de conexión (aristas), en un espacio bidimensional.

Tal como señala Isabell Meireles (2014), las visualizaciones de información suelen tener como principios cognitivos subyacentes una combinación de las siguientes: 1) registrar información, 2) expresar significado, 3) aumentar la memoria, 4) facilitar la búsqueda, 5) ayudar al descubrimiento, 6) apoyar inferencias perceptivas, 7) mejorar la detección y el reconocimiento, 8) ofrecer modelos de mundos reales y teóricos, 9) facilitar la manipulación de datos. (p.13)

Para el análisis se realizó una revisión documental e histórica de los modelos de comunicación más significativos, mismos que dieron origen a las primeras explicaciones del fenómeno del proceso comunicativo, con la finalidad de realizar una visualización científica de los datos, puesto que, como herramienta para el análisis teórico permite el reconocimiento de las redes, y de representación de las conexiones que los diferentes modelos y teorías comunicativas guardan entre sí.

La revisión documental derivó inicialmente en una base de datos construida de forma manual y constituida por el nombre de los autores, años de publicación, títulos, tipos y editoriales de las obras literarias en las que se presentaron originalmente, en conjunto con las teorías en las que se fundamentan, con una sección de las palabras clave que incluyen: los tipos de comunicación (masiva, interpersonal e intrapersonal), influencias previas de los autores, enfoques teóricos y áreas disciplinarias donde se producen.

Posterior a la recolección de datos se realizó un mapeo cronológico de los modelos de comunicación de forma análoga, que incluía la representación visual, el año de publicación y el autor, mismo que fue útil para una visualización inicial, y permitió orientar el desarrollo de la base de datos.

Para conseguir una adecuada confiabilidad del instrumento, se decidió recuperar los datos originales de cada publicación académica que se investigó y únicamente tomar como referencia orientativa las fuentes que presentaban compilaciones de los modelos de comunicación, ya que existían discrepancias importantes entre los diversos compilados. Como segundo filtro de confiabilidad se realizó un proceso de limpieza de la base de datos en diferentes etapas, para unificar las palabras claves y los criterios que habrían de ser recogidos por el algoritmo.

Tabla 13.
Base de datos de modelos de comunicación.

#	Autores	Nombre de publicación	Año	Tipo	País	Modelo o Teoría
1	Saussure, F.	Cours de linguistique générale.	1916	Libro	Francia	Circuito del habla
2	Lasswell, Harold.	Propaganda Technique in the World War.	1927	Libro	EUA	Teoría de Aguja Hipodérmica
3	Bühler, Karl.	Sprachtheorie	1934	Libro	EUA	Modelo de Órganon de Bühler
4	Lewin, Kurt.	Frontiers in Group Dynamics: Concept	1947	Artículo	EUA	Teoría de Gatekeeper
5	Lasswell, Harold.	The structure and function of communication in society.	1948	Capítulo	EUA	Modelo de Harold Lasswell
6	Shannon, Claude.	A Mathematical Theory of Communication.	1948	Artículo	EUA	Teoría matemática de la información
7	Lazarsfeld, P. & Merton, R.	Mass communication	1948	Capítulo	EUA	Teoría de los efectos limitados
8	Wiener, Norbert	Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine.	1948	Libro	EUA	Teoría de la cibernética
9	Lewin, Kurt.	Field Theory in Social Science: selected theoretical papers.	1951	Libro	EUA	Teoría del campo
10	Baterson, Gregory.	Communication: The Social Matrix of Psychiatry.	1951	Libro	Inglaterra	Teoría del doble vínculo
11	Newcomb, Theodore.	An Approach to the Study of Communicative Acts.	1953	Artículo	EUA	Modelo de atracción simétrica o ABX
12	Hovland, Carl.	Communication and Persuasion	1954	Artículo	EUA	Modelo persuasivo
13	Schramm, W. & Osgood, C.	Process and Effects of Mass Communication.	1954	Libro	EUA	Teoría del significado
14	Lazarsfeld, Paul & Katz, Elihu.	The part played by people in the flow of mass communication.	1955	Capítulo	EUA	Teoría de dos pasos
15	Gerbner, George.	Toward a general model of communication.	1956	Tesis	EUA	Modelo general de comunicación
16	Westley, B. & MacLean, M.	A conceptual model for communications research.	1957	Artículo	EUA	Estudios de periodismo
17	Braddock, Richard.	An extension of the Lasswell formula.	1958	Artículo	Inglaterra	Modelo de Lasswell-Braddock

18	Riley, Matilda & Riley, John.	Mass Communication and the Social System.	1959	Artículo	EUA	Modelo de Riley & Riley
19	Berlo, David.	Process of Communication	1960	Libro	EUA	Modelo SMCR
20	Jakobson, Roman.	Closing Statements: Linguistics and poetics.	1960	Article	EUA	Circuito de la comunicación verbal
21	Maletzke, Gerhard.	Psychologie der Massenkommunikation	1963	Libro	Alemania	Modelo Maletzke de comunicación masiva
22	McLuhan, Marshall.	Understanding Media: The Extensions of Man.	1964	Libro	Canadá	El medio es el mensaje
23	DeFleur, M.	Theories of Mass Communication.	1966	Libro	EUA	Teoría de los Efectos
24	Dance, Frank.	A helical model of communication.	1967	Capítulo	EUA	Modelo espiral de Dance
25	Moles, Abraham.	Sociodynamique de la Culture.	1967	Libro	Francia	Modelo Sociodinámico de la Cultura
26	Watzlawick, P.; Beavin, J., & Jackson, D.	Some Tentative Axioms of Communication.	1967	Capítulo	EUA	Teoría de la comunicación humana
27	Eco, Umberto.	La Struttura Assente.	1968	Libro	Italia	Modelo de descodificación de un mensaje poético
28	Bense, Max.	Kleine abstrakte ästhetik.	1969	Libro	Alemania	Modelo de comunicación estética
29	Schramm, Wilbur.	Process and Effects of Mass Communication.	1970	Libro	EUA	Modelo de Tuba de Schramm
30	Munari, Bruno.	Design e comunicazione visiva.	1972	Libro	Italia	Estructura del mensaje visual
31	Katz, Elihu. & Blumler, Jay.	The Uses of Mass Communications	1973	Libro	EUA	Teoría de usos y gratificaciones
32	Eco, Umberto.	Trattato di semiotica generale	1975	Libro	Italia	Modelo Semiótico – Informacional
33	Shoemaker, P.: & Reese, S.	Mediating the message	1991	Libro	EUA	Modelo jerárquico de la influencia en el contenido
34	Alsina, Rodrigo.	Los modelos de la comunicación	1995	Libro	España	Modelo sociosemiótico
35	Lozano, Carlos.	Teoría e investigación de la comunicación de masas	1996	Libro	México	Modelo sociológico de las mediaciones en la comunicación de masas
36	Vilchis, Luz.	Diseño: universo de conocimiento.	1999	Libro	México	Modelo de comunicación gráfica

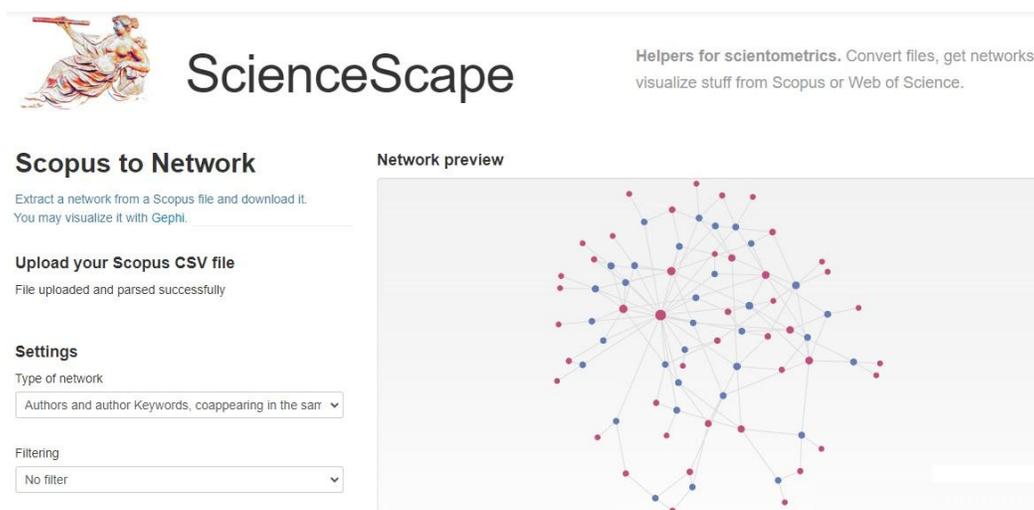
Nota. Base de datos simplificada de modelos y teorías comunicativas, que excluye las palabras clave, editoriales de publicación, idioma original, e información de los libros correspondientes a los capítulos de libro. Elaboración propia.

La visualización de la red se realizó mediante la asistencia de herramientas informáticas que sistematizan los resultados producidos de la base de datos. Para este caso se utilizó un entorno en línea de herramientas cuantitativas llamado *ScienceScape*, que está disponible en acceso libre dentro del portal web de *SciencePo Medialab*, el cual agrupa una vasta

colección de recursos que procesan diversos datos informáticos entre los que se encuentra los gráficos de redes.

Para efectuar la visualización se procesaron los datos en diferentes plataformas y software especializados¹⁴, permitiendo así la generación de redes heterogéneas de la base de datos, que a su vez posibilitaron la interpretación de la información por la observación de patrones bajo un entendimiento más profundo, ya que las redes por su propia estructura visual, eliminan las dicotomías al generarse un sistema en el que interactúan todas las variables que se buscan analizar.

Figura 16.
Tratamiento de datos en el portal web de ScienceScape.



Nota. Red preliminar de la base de datos desarrollada en el portal web de ScienceScape, para descargar y trabajarse en software de Gephi.

La visualización de red permitió visibilizar las relaciones existentes entre los modelos propuestos por Laswell y Shannon-Weaver, como las dos principales fuentes de influencia por otros teóricos, a los que les secundan, los desarrollados por Wilbur Schramm, Paul Lazarsfeld, David Berlo, Umberto Eco y Kurt Lewin, todos ellos mostrados en un mayor puntaje tipográfico que el resto por las frecuencias de relación con otros autores.

¹⁴ Se procesó la información de la base de datos con archivos de Excel exportados con extensión de CSV, en el portal de Sciencescape (<http://medialab.github.io/sciencescape/>), del cual, posteriormente se trabajó en el software de código abierto Gephi. mismo que es escrito en Java y diseñado por la University of Technology of Compiègne.

4.5 MODELOS DE COMUNICACIÓN PARA LA CIENCIA

De forma independiente pero apegada a las bases comunicativas, los especialistas en el campo de la comunicación pública de la ciencia y de la tecnología han generado postulados teóricos sobre la apropiación del conocimiento y de los modelos de comunicación que suelen utilizarse en la práctica, los cuales describen los principales formatos en los que se desarrollan los procesos de divulgación científica.

Dentro de esa revisión se destaca el trabajo de Bruce Lewenstein en su publicación, “*Models of public communication of science and technology*” del 2003; que identifica cuatro formatos diferentes de modelos de comunicación pública de la ciencia: modelo de déficit, contextual, de experiencia laica y de participación pública. En relación a lo anterior, Jorge Escobar (2017, p.4) expresa que estos cuatro modelos postulados de Lewenstein pueden dividirse en dos grupos según sus enfoques y puntos de interés, así, “la divulgación científica tiene dos dimensiones distintas, pero complementarias: una dimensión epistémica y una dimensión política (...) La dimensión epistémica se ocupa de familiarizar al público con los contenidos y los procedimientos de la ciencia y la tecnología, y (...) la dimensión política se ocupa, en cambio, de familiarizar al público con los procesos y mecanismos de participación ciudadana en la generación de dichos contenidos y procedimientos”.

Por su parte, Bucchi y Trench sugieren tres modelos de interacción público-experto en la comunicación científica y tecnológica: el modelo de difusión (a menudo llamado modelo deficitario), el modelo de diálogo y el modelo de participación, (...) que se describe mejor en dos dimensiones: 1) la intensidad de la cooperación entre los diferentes actores en los procesos de producción de conocimiento y 2) la medida en que un patrocinador suscita la participación pública. (Citado en Hetland, 2014, p.7).

MODELO DE DÉFICIT

El modelo de déficit, o deficit model, propone que existen carencias de conocimiento científico en el público que deben ser llenados para contribuir a una alfabetización científica, no obstante, este enfoque ha presentado opiniones polémicas desde sus inicios, ya que al “llenar el déficit”, o aumentar el conocimiento, no necesariamente se mejora la comprensión de la ciencia ni se evidencia un aumento en cultura científica, dejando en supuestos que el lograr

transformar esa “necesidad de conocimiento” se conseguiría mejorar las condiciones sociales, pero “esta visión dominante de la divulgación científica pone a los científicos en una posición privilegiada frente a la ciudadanía y se constituye en un modelo autoritario de información de una sola vía, que a su vez pretende llenar el vacío de conocimiento de un público científicamente analfabeto”. (Frankenberg. L., Et al., 2012, p.39)

Entre las dificultades con el modelo de déficit, se encuentra de acuerdo con Bruce Lewenstein, la necesidad de contextualización, ya que “la teoría del aprendizaje ha demostrado que las personas aprenden mejor cuando los hechos y las teorías tienen significado en sus vidas personales” (2003, p.2), por ello, Monica Lozano plantea que el modelo de déficit está dividido en simple y complejo: en el modelo de déficit simple plantea, que se deben divulgar los resultados de investigaciones, retomando la popularización de la ciencia, que en sus principios básicos, busca poner al alcance la información científica, tecnológica y de innovación, pero ignorando el contexto, tal como se señala por Lewenstein, dejando entonces que la falta de reflexión sobre los públicos, los entornos y la pertinencia de los medios, impida el alcance de los objetivos.

Por su parte, el modelo de déficit complejo se enfoca en la necesidad de vincular los procesos educativos en la práctica de divulgación científica, tomando a consideración las particularidades de los públicos, sus conocimientos previos y su percepción frente a los conocimientos especializados de ciencia, ya que, como indica Alan Irwin (1995) “el público le da sentido a la ciencia - construye una "ciudadanía científica", en sus términos - en el contexto de sus vidas cotidianas, conocimientos preexistentes, experiencias y estructuras de creencias". (Citado en Bucchi, 2008, p.41)

Entre las críticas a los modelos lineales de comunicación científica se encuentran los señalamientos de López Cerezo, que cuestiona que la transmisión de información de emisor a receptor, sea verdaderamente asimilable, ya que, “se trata de un modelo de enculturación estrechamente asociado al clásico modelo tecnocrático de gestión pública de los asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología - un modelo donde la opinión de los expertos, con sus valores e intereses, no sólo actúa de necesario input sino que llega a ejercer una influencia determinante sobre decisiones eventualmente asumidas por gestores (desconocedores normalmente de los aspectos técnicos de los asuntos abordados)”. (2005, p.355)

MODELO CONTEXTUAL

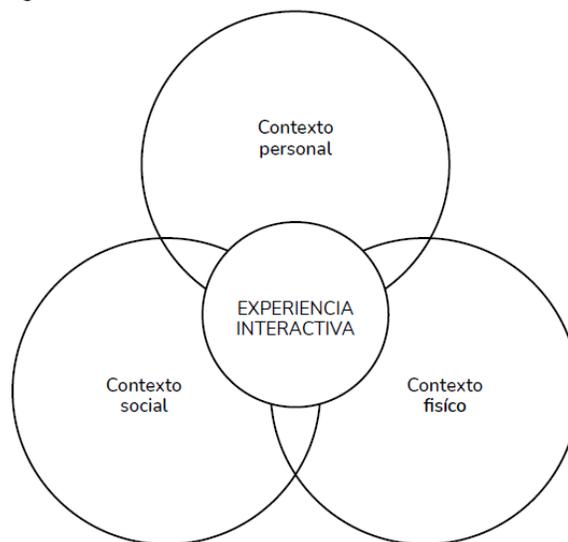
El modelo contextual (*contextual model*), también conocido como “modelo interpretativo de la ciencia”, da razón a los contextos en los que se desenvuelven los públicos, considera los aspectos sociales, culturales, políticos, económicos, etc. Y, a diferencia del modelo de déficit, no se enfoca en la ausencia de conocimiento en las personas, pero considera los incorrectos enfoques en temas de ciencia como asunto de análisis para conferir conocimientos apropiados.

Si bien, Brian Trench plantea tres modelos de comunicación de la ciencia y la tecnología: déficit, diálogo y participación, mientras que Lewenstein define cuatro; modelo del déficit, contextual, de experiencia laica, y de participación pública, se debe señalar que, el modelo de “diálogo” de Trench presenta similitudes al modelo “contextual” de Lewenstein, mismo que por este último autor, se considera que puede ser visto como una extensión del deficitario, ya que, la posición en la que colocan al público es distinta, ya que el modelo contextual, propone mayor complejidad considerando al receptor como un ente activo a diferencia del modelo de déficit.

Tal como señala Omar Montañés (2010, p.199), “la comprensión intelectual del conocimiento científico por parte del público constituye una pequeña parte de los factores que intervienen en la relación ciencia y público. (...) De este modo vincula la comprensión del público, entre otras cosas, con la interpretación de relaciones sociales, con opiniones sobre la veracidad de las fuentes de conocimiento, y con la negociación de identidades sociales”.

Figura 19.

The contextual model for learning in museums.



Nota. Modelo contextual desarrollado para el aprendizaje en los museos, propuesto por John Howard Falk, Lynn Diane Dierking (2000), dentro de la publicación: Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning.

Los modelos contextuales, según Lewenstein, “reconocen la presencia de fuerzas sociales, pero, no obstante se enfocan en la respuesta de los individuos a la información; destacan los componentes psicológicos de un entorno psicológico social complejo (...) En el nivel práctico, un modelo contextual brinda orientación para construir mensajes sobre ciencia relevantes para individuos en contextos particulares”. (2003, p.3)

Este enfoque particulariza principalmente en los contextos de los que depende la lectura y asimilación de contenidos especializados en ciencia y tecnología, se basa en la teoría constructivista del aprendizaje y en la consideración de factores que pueden mejorar los procesos de comprensión del conocimiento especializado, posibilitando un modelo que busca salir de la verticalidad de la información entre científicos y público, propiciando mayor dinamismo en la relación de emisor y receptor dentro de una relación de bidireccionalidad, ya que persigue la construcción de nuevos conocimientos mediante el intercambio de saberes entre ambos grupos.

MODELO DE EXPERIENCIA LAICA

El modelo de experiencia laica (*lay expertise model*), también traducido como experiencia local, se enfoca en la experiencia de los dos grupos participantes del proceso de comunicación de la ciencia: los expertos y los profanos, cada uno con sus propias formas de conocimiento, por lo cual, también es conocido como “modelo del experto profano”.

Si bien, para los expertos existe la legitimación de una ciencia, se separan de los profanos en tanto a que sus conocimientos dependen de situaciones socioculturales y de una cosmovisión concreta del mundo, ganada a partir de los saberes locales y que es tan válida como el conocimiento científico. La búsqueda principal recae en que las prácticas y costumbres de las comunidades logren un diálogo con los expertos en ciencia y tecnología, para generar soluciones a los problemas sin afectaciones a los grupos sociales y, por el contrario, beneficien a las comunidades implicadas.

La literatura científica de este modelo es poco profunda, debido a que algunos autores la consideran incorporada en otros modelos, sin embargo, podemos sintetizar sus cualidades en la premisa que manifiesta Lewenstein (2003: 4); "lo fundamental de este modelo es reconocer que el conocimiento local puede ser tan relevante como el conocimiento técnico para la resolución de problemas".

MODELO DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA

Surge de la intención de democratizar la ciencia y desarrollar la participación del público en la mejora de políticas públicas mediante la opinión de los locales, el consenso y la negociación de todas las partes, a la par que aumenta la confianza hacia la ciencia y tecnología, ya que busca representar y dar voz a los agentes involucrados. Dando como resultado que la sociedad en general asuma una postura activa y participativa.

Lewenstein (2003, p.5), señala que a veces se denomina modelo de "diálogo" y pretende resaltar la importancia de buscar la opinión del público en cuestiones científicas, sin ceder necesariamente el control, pero que también puede ser criticado por centrarse en el proceso de la ciencia y no en el contenido sustantivo de esta, así como por servir sólo a un pequeño número de personas y, a veces, por tener un sesgo "anticientífico".

4.6 COMPARATIVA DE MODELOS

La divulgación de la ciencia inicia con el modelo de déficit, que ha sido el dominante, y no es cuestionable que detrás de él se tienen motivaciones de acercar y genuinamente sumar a una cultura científica o alfabetización científica, pero sus carentes bases teóricas no poseía un reconocimiento suficiente para desarrollar políticas de apropiación del conocimiento, dadas sus condiciones unidireccionales semejantes a la teoría de la aguja hipodérmica y a los modelos de estímulo - respuesta, que confieren a la comunidad científica una posición claramente jerárquica y elitista.

Mientras tanto los modelos contextuales centran su atención en el reconocimiento de los públicos y en las condiciones en las que se encuentran para posibilitar una correcta comunicación de la ciencia, poseen un gran parecido con los modelos de comunicación sociológicos, socio-dinámicos o socio-semióticos, propuestos por Abraham Moles, Uberto Eco,

Rodrigo Alsina y Carlos Lozano entre otros, ya que prestan particular atención al contexto del proceso comunicativo y a las teorías del aprendizaje.

A diferencia de los modelos deficitarios, los contextuales no consideran a la audiencia de forma pasiva, como sujetos alienados en los que hay que llenar un vacío de información, pero aun así, resulta preocupante que su estructura tienda a la propagación de una visión para comprender la ciencia y que esta puede incitar a un adoctrinamiento, que en cuyo caso no los distancia de forma importante del modelo de déficit.

Por su parte, el modelo de experiencia laica representa un formato ambiguo para dirigir estrategias comunicativas en materia de comunicación de la ciencia y la tecnología, siendo el modelo con mayores detractores por su ineficiencia, aunque se le reconozca la apertura e inclusión de saberes locales. De forma semejante, el modelo de participación pública sugiere que los ciudadanos estén implicados en la toma de decisiones de su entorno y proporciona una visión coherente ganar la confianza social, que es un factor fundamental para la democratización de la ciencia, logrando que ambos modelos rompan con el formato de comunicación lineal, siendo bidireccionales y más dinámicos que el de déficit.

Entre las variaciones a los modelos anteriormente mencionados se destaca el modelo democrático cuyo énfasis “no está centrado en la forma de cómo traducir el conocimiento científico para que sea accesible a públicos amplios, sino sobre los individuos que requieren de un conocimiento científico y la relación de éste con otros tipos de conocimiento que contribuyen a la resolución de los problemas sociales”. (Osorio & Botero, 2009 p.156)

El modelo democrático guarda relación con el de experiencia laica y el de participación pública, en tanto que, defiende la necesidad de incluir de forma activa a los miembros del cuerpo social en las decisiones políticas que interfieran en su entorno, reconociendo los conocimientos previos de la población y abriendo una relación dialógica para la solución de problemas.

Entre los diversos autores que han abordado la presente temática, se destaca el trabajo de Jennifer Ellen Metcalfe, que realizó en el 2019 la investigación “*Rethinking science communication models in practice*”, que presenta y examina los modelos de comunicación para la ciencia desde los diferentes enfoques y autores, a partir de la cual se genera la siguiente

comparativa que complementa la reflexión de los modelos revisados anteriormente, en conjunto con las características detectables del tipo de interacción y el rol que desempeñan emisores y receptores en el proceso comunicativo.

Tabla 14.
Comparativa de modelos de comunicación científica.

Características	Modelo de Déficit	Modelo Contextual o Modelo de Diálogo	Modelo de Participación
PROPÓSITO	Sensibilizar y popularizar el conocimiento científico	Consultar y negociar en relación al entorno y a las condiciones de los usuarios	Participar con el público en la formulación de soluciones colectivas
INTERESES	Mejorar la toma de decisiones mediante un mayor conocimiento	Descubrir la opinión pública y así comunicarse de manera más eficaz	Aprender y producir conjuntamente nuevos conocimientos
ÉNFASIS	Contenido	Contexto	Contenido y contexto
RESULTADOS	Transferir conocimiento	Discutir conocimiento	Coproducir conocimiento
CONTEXTO	Cientifismo y Tecnocracia	Responsabilidad social	Ciencia ciudadana y Democracia
ÁREAS DE OPORTUNIDAD	Educar e informar sobre la ciencia y fomentar carreras	Adquirir y utilizar conocimientos no científicos	Generar la agenda de investigación y propiciar una reflexión crítica
ACTORES	Científicos, divulgadores, público.	Científicos, instituciones, gobierno, divulgadores y público.	Variación de actores según el tema.
INTERACCIÓN	Unidireccional y vertical	Bidireccional y horizontal	Multidireccional, abierta
PARTICIPACIÓN DE PÚBLICOS	Públicos pasivos	Públicos activos	Públicos activos y relaciones dinámicas
RELACIÓN ENTRE ACTORES	Los científicos tienen el control	Científicos y gobierno tienen el control, pero consultan y conversan.	Relación de igualdad y compartida

Nota. Tabla de elaboración propia, realizada a partir del marco multimodelo de comunicación científica, propuesto por Brian Trench (2008, p.69), y de la comparación de características seleccionadas del déficit teorizado, el diálogo y los modelos participativos de comunicación científica propuesta por Jennifer Ellen Metcalfe (2019, p.55)

A la suma de la revisión presentada se agregan los modelos de traducción y de difusión, que para esta investigación son particularmente importantes, ya que ambos dividieron tres grupos

que intervienen en el proceso de comunicación de la ciencia: los expertos que producen el conocimiento, los divulgadores que lo facilitan y el público que lo recibe. La importancia de estos dos modelos recae en la consideración de que los científicos no son necesariamente las personas más adecuadas para acercar el conocimiento al usuario lego y que en medio de emisor y receptor, se debe considerar a alguien que realice la mediación entre ambas partes.

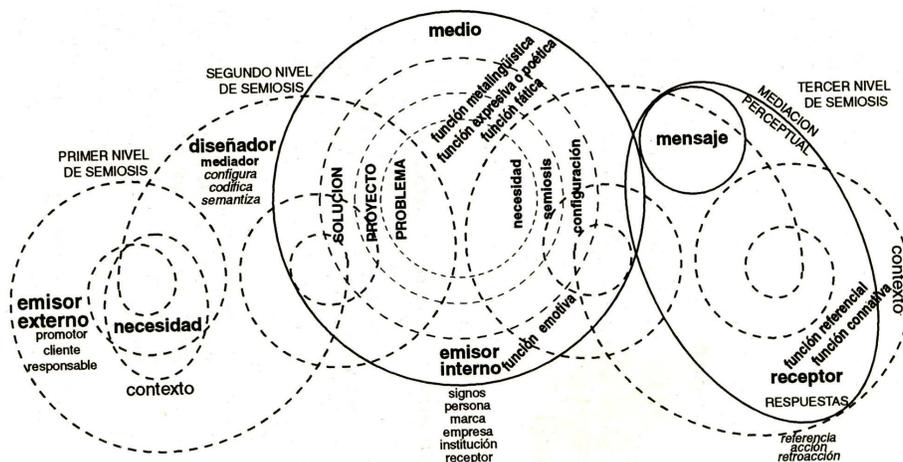
Figura 20.
Modelo lineal de difusión.



Nota. Propuesta de José Antonio López Cerezo, en el artículo del 2005, "Participación ciudadana y cultura científica", publicado en la revista ARBOR: Ciencia, pensamiento y cultura.

El principal objetivo del modelo de traducción es lograr una correcta interpretación de los contenidos científicos en el público, es decir, una traducción de la información especializada, mientras que el modelo de difusión invita a los usuarios a ser parte de la construcción del conocimiento y abrazarlo de forma popular. Ya que para garantizar la comunicación efectiva se requiere de alguien que facilite la información, no solo la curaduría y asesoría de contenidos, sino también la representación de los mismos, colocando entre el científico y el público al divulgador y al diseñador del producto comunicativo, dejando así dentro del proceso un emisor interno y otro externo.

Figura 21.
Modelo de comunicación gráfica de Luz del Carmen Vilchis.



Nota. Fórmula descriptiva del proceso de comunicación gráfica propuesta por Luz del Carmen Vilchis en 1999.

Cabe señalar que ningún modelo está calificado para cumplir con las necesidades y demandas comunicativas generales, además de que cada modelo representa una reflexión que abre el diálogo a las múltiples dimensiones del fenómeno, por lo que resulta valioso implementar modelos y estrategias según las particularidades de cada proyecto de divulgación que correspondan a las necesidades de los usuarios, los mensajes, los productos, entornos y las posibilidades de las instituciones que desarrollen los proyectos de comunicación de la ciencia.

CAPÍTULO V

Museos de ciencia y tecnología

5.1 CONCEPCIÓN DEL MUSEO

Como primera definición de museo se presenta la planteada en la 22 Asamblea General en Viena, el 24 de agosto de 2007, del *International Council of Museums (ICOM)*, que aún se mantiene vigente y explica que “un museo es una institución sin fines lucrativos, permanente, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y expone el patrimonio material e inmaterial de la humanidad y su medio ambiente con fines de educación, estudio y recreo”.

En concordancia con el ICOM, la Real Academia Española, señala al museo como un “lugar en que se conservan y exponen colecciones de objetos artísticos, científicos, etc.” A su vez, el diccionario de Oxford, propone que es una “institución dedicada a la adquisición, conservación, estudio y exposición de objetos de valor relacionados con la ciencia y el arte o de objetos culturalmente importantes para el desarrollo de los conocimientos humanos”.

Mientras que Desvallées y Mairesse describen que el término museo, “puede designar tanto a la institución como al establecimiento o lugar, generalmente concebido para proceder a la selección, el estudio y la presentación de testimonios materiales e inmateriales del individuo y su medio ambiente”. (2010, p.52) Visión que comparte Hernández, que realiza un paralelismo entre los “lugares vivientes de interacción” en los que se considera existen fenómenos culturales inherentes a las sociedades actuales, explicando así, que el “museo ha de ser visto como un espacio capaz de crear ámbitos de encuentro y de comunicación”. (2012, p.37)

Es claro que estas descripciones se ajustan mejor a los museos de arte, en tanto a la conservación de los objetos, pero también aplican a los museos de ciencias naturales o antropología, entre otros. Pero la descripción del Consejo Internacional de Museos, plantea además de la “exposición”, que posee uno de los más altos niveles de importancia, a la “comunicación” de los objetos y saberes, principalmente con fines lúdicos, de ahí que “pensar al museo, y en especial al museo interactivo, como un espacio de comunicación permite situarlo como un sitio que, a través de sus objetos, exposiciones y actividades, define y representa una atenta mirada sobre la ciencia y la tecnología; cuenta con especialistas que participan en la planeación, diseño y producción de objetos y exposiciones cuyos destinatarios finales son los visitantes”. (Herrera, 2016, p.149)

Si bien el museo nace de las colecciones privadas y de la consideración de resguardar e inventariar objetos de valor histórico y artístico, que actualmente comprendemos como bienes culturales, como las bibliotecas y los archivos históricos; fue la idea de que aquello almacenado debía ser compartido lo que prosperó a lo que actualmente comprendemos como un museo. Permitiendo exhibiciones abiertas que dieron como resultado, que en 1794 iniciará operaciones el Conservatorio de Artes y Oficios de París, nombrado posteriormente: Museo Nacional de Técnicas, que sería considerado el primer museo de ciencias y técnica.

Tal como señala José Luis Álvarez, en los museos lo primero fue poseer, reunir, gozar de la visita de esos bienes y estudiarlos, pero inmediatamente vino después el deseo de hacer pública la colección. Lo que coincide con el Siglo de las Luces, cuando el pueblo es elevado a la categoría de sujeto de la historia. (Citado en Zubiaur, 2004, p.13)

Esta investigación se enfoca en el desarrollo de un modelo de comunicación aplicable a la divulgación de la ciencia en exposiciones, visto desde los aportes que las disciplinas de diseño gráfico y de comunicación visual pueden poner sobre la discusión para contribuir a una mejor apropiación de la divulgación científica en los museos.

Por lo anterior, el enfoque está colocado sobre las exposiciones científicas y el carácter educativo y lúdico, sin restringirlo al público infantil, ya que como lo señala Pacheco (2007, p.183), “los museos de ciencia tienen la característica de ser medios hipertextuales, es decir, en los que se combinan varios medios de comunicación a la vez, las exhibiciones de un museo son un medio mixto que se integra a partir de la relación de varios medios diferentes”.

Por su parte Gillo Dorfles (1984, 28) describe que “la comunicación entendida en su acepción más vasta, como utilización de los *mass media*, como comunicación escrita, hablada, cantada, recitada, visual, auditiva, o figurativa, está, sin duda, en la base de todas nuestras relaciones intersubjetivas, y constituye el verdadero punto de apoyo de toda nuestra actividad presente”. (Hernández, F., 2011, p.17)

5.2 FUNCIÓN EDUCADORA DEL MUSEO

A diferencia del museo de arte que está predispuesto a la contemplación, los museos de ciencia nacen con la intencionalidad expresa de ofrecer elementos que posibiliten la interacción e incentiven a los visitantes a la curiosidad, a realizarse preguntas y buscar posibles respuestas mediante la inmersión de todos los sentidos, lo que proporciona una experiencia más completa a sus usuarios.

Según Ballart, J. (2008, p.19) dentro del propósito educativo, un museo “asume como algo irrenunciable el objetivo de proporcionar inspiración, conocimientos, elevación moral, goce intelectual, enriquecimiento estético: en una palabra, desarrollar las facultades humanas de las personas”. Y a su vez, Miguel Pacheco declara que en “el museo se realiza el trabajo de reformulación de los contenidos no sólo en el marco de la formulación verbal, sino además en la representación icónica y simbólica, (...) es la interacción de todos los elementos entre sí los que le dan sentido y crean los significados de la exhibición”. (2007, p.183)

Consiguiendo que la inmersión sensorial que aportan los museos de ciencia se presente como una alternativa a la divulgación de ciencia básica, que fortalece la comprensión de los fenómenos científicos en la sociedad, funcionando así, como medio de diálogo entre el conocimiento especializado y el del público no iniciado, otorgando sentido a los mensajes que se presentan. De tal forma que un “museo como medio de divulgación y su propuesta de interpretación o representación de la ciencia, da cuerpo a los conocimientos, métodos representaciones sociales sobre la ciencia, por lo que el museo puede ser problematizado perfectamente en la misma discusión sobre los fines, estilos y escuelas de la divulgación de la ciencia que se hacen en otros medios”. (Pacheco, M., 2007, p.189)

La apuesta por los museos como espacios idóneos para la comunicación pública de la ciencia se relaciona con los aprendizajes dialógicos que han venido proponiendo las nuevas corrientes pedagógicas, en tanto que, como señala Hernández F., (2011, p.39) son: “conscientes de la importancia que tiene la formación pedagógica, comunicativa y sociológica, (...) por eso es necesario que se dé un proceso dinámico de comunicación entre el museo y la sociedad, que tenga lugar a través de la interpretación como aprendizaje de posibles conflictos que es

necesario tener presente a la hora de definir que deseamos potenciar para comunicar a la sociedad”.

Promover la comunicación visual y el diseño gráfico como herramienta de divulgación científica, en la que se ofrece educación no formal e informal, propone cautivar a los espectadores, ampliar el conocimiento, llegar a un mayor público y reflexionar sobre la capacidad de observación hacia los fenómenos de la vida.

En relación a los estudios de los procesos culturales interpretados como procesos de comunicación, Francesco Casetti (1980) argumenta que “cada uno de dichos procesos parece subsistir sólo porque por debajo de ellos se establece un sistema de significación. [...] No hay comunicación, aún cuando se pueda decir que hay paso de información. En cambio, cuando el destinatario es un ser humano estamos ante un proceso de comunicación, siempre que la señal no se limite a funcionar como simple estímulo, sino que solicite una respuesta interpretativa del destinatario”.

Aunque el desarrollo de proyectos visuales para un museo no dista mucho del que se puede encontrar en otros espacios para la divulgación científica, la percepción del receptor en conjunto con otros factores que intervienen dentro de las condiciones de un recinto de ciencia sí influye en la lectura y apropiación del contenido, por ello, la elección de recoger el fenómeno particular de la lectura de los contenidos visuales en los museos, puede generar un aporte transferible a otras manifestaciones semejantes.

Como lo indica Guillermo Fernández (2019), la visita a un museo aporta unos activos intelectuales que no se pueden obtener por otros medios y eso es precisamente lo que hace la experiencia museística de necesaria existencia, justificándose en ello tanto la propia visita como los especiales recursos dedicados a crear museos y exposiciones (p.01).

5.3 MUSEOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN MÉXICO

En relación a los museos de ciencia, la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) de 2017, arrojó que un 18.7 por ciento de las personas encuestadas mencionó haber visitado a un museo de ciencia y tecnología, mientras que una cuarta parte

había asistido a museos de arte, estas opciones fueron mayores que las visitas a recintos como los planetarios, exposiciones tecnológicas e industriales y asistencia a eventos de semanas nacionales de ciencia y tecnología, no obstante, las visitas a museos de ciencia cuenta con un menor número de visitantes que los zoológicos, acuarios y parques de diversión, lo cual nos indica que existe una preponderancia a las actividades de ciencia que se encuentren vinculadas a espacios recreativos, pero no se anula un interés por la visita a museos.

Tabla 15.
Población que visitó recintos asociados a la ciencia y tecnología.

Tipo de recinto	Indicador	2015	2017
RECINTOS DE RECREACIÓN CIENTÍFICA	Semana nacional de ciencia y tecnología	7.8	6.9
	Planetario	12.3	10.9
	Exposiciones tecnológicas o industriales	12.6	13.1
	Museo de ciencia y tecnología	17.8	18.7
RECINTOS ARTÍSTICOS Y CULTURALES	Teatro	19.1	20.7
	Biblioteca pública	23.0	23.7
	Museo (de arte, de cera, natural)	26.4	25.3
	Zoológico o acuario	31.0	32.6
	Parque de diversión	38.9	39.9
	Cine	55.7	60.5

Nota. Comparativa de los resultados obtenidos de la Encuesta Nacional sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología desarrollada e implementada por el INEGI en el 2015 y 2017.

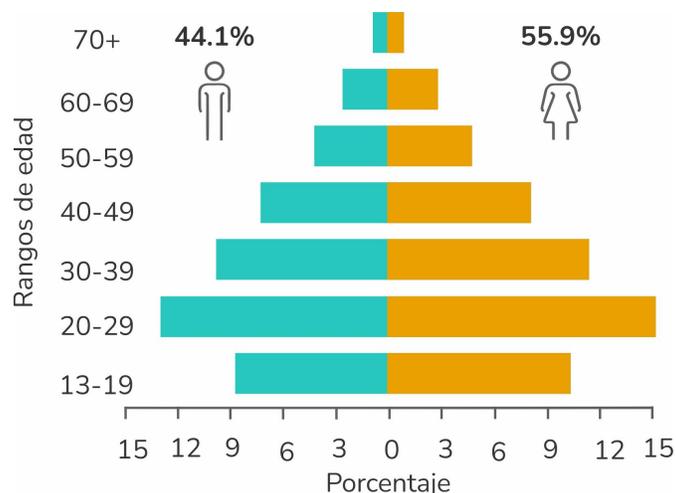
Con la información anterior se puede observar que los museos tienen una participación considerable dentro de la divulgación de la ciencia en el país, al tener una aceptación como recinto cultural y de valor educativo, pero también se visibiliza el predominio por parte de la población de asistir a recintos que les proveen principalmente de entretenimiento, más que de arte o ciencia.

De manera complementaria a lo anterior, se añaden los resultados de la “Estadística de museo 2018”, realizada por el INEGI en coordinación con la Secretaría de Cultura, que tiene por objetivo, en palabras de la propia institución, “producir y difundir información sobre las

características de los museos, mediante la captación y procesamiento de los registros administrativos generados en los establecimientos destinados para estos espacios culturales, que coadyuve a la prestación del servicio público de información, a la formulación de políticas culturales, a la toma de decisiones en relación a los museos y a la gestión de los mismos”.

Las encuestas fueron aplicadas aleatoriamente durante los meses de julio a octubre del 2018, a los visitantes de 13 años en adelante, contando así con una muestra de 13,567 personas. En la siguiente gráfica se muestra la asistencia a museos de ciencia y tecnología, divididos por edad y sexo de los visitantes, estando la mayoría de los visitantes en un rango de edad entre los 20 y 29 años, contando con una escolaridad de nivel superior en más de la mitad (55%) los visitantes, teniendo una instrucción escolar de nivel medio superior para el 30.7%.

Figura 22.
Visitantes a museos de ciencia y tecnología 2018.



Nota. Gráfica realizada a partir de los resultados de la Estadística de Museo generada en el año 2018.

Entre los motivos por los cuales las personas no visitan los museos, en opinión de los propios asistentes, se encuentra como argumento la falta de difusión y publicidad que genera desconocimiento de los recintos en la población (17.7%), así como la falta de tiempo o de interés mencionados por el 29.9%, así como la falta de educación o cultura con 14.3%, siendo los principales motivos considerados por los visitantes.

Se estima que en el cuatrimestre señalado del 2018, mencionado anteriormente, se contó con 5.9 millones de visitantes a nivel nacional en los museos de ciencia y tecnología, que suman 65

en todo el país. Para el caso de Baja California, se encuentra entre las 8 entidades que registran tener tres o más museos.

Figura 23.
Museos de ciencia y tecnología en México, 2018.



Nota. Elaboración propia (2020), a partir de los resultados de la Estadística de Museo de 2018, implementada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Resumiendo a lo señalado en las encuestas de “Percepción pública de la ciencia” y en la de “Asistencia a Museos”, se observa que el trabajo por hacer para dar una mayor promoción a la actividad de divulgación que se realiza en los museos, dependerá de considerar el contexto de los asistentes, de conocer su consumo cultural e intentar atraerlos para propiciar una cultura científica, para lo cual se requiere hacer de fácil comprensión los contenidos científicos y plantear una experiencia de usuario atractiva.

Cabe reconocer que la cultura científica está inmersa en la cultura misma de cada grupo social, que sin profundizar respecto al concepto y acopiando numerosas definiciones, es posible señalarla como el capital de conocimientos, costumbres y comprensiones del mundo, con las cuales el hombre vive y que construyen su juicio de forma individual y colectiva. Así pues, una cultura científica requiere de una ciencia entendible y de intermediarios que generen la traducción, para transformar el conocimiento a una esfera inteligible, concepto en el que hace especial hincapié la investigadora Ana María Sánchez Mora, como un requerimiento esencial de la divulgación científica, puesto que, hacer inteligible la ciencia es convertirla en información entendible para la persona común.

“Como ciudadanos de sociedades democráticas nos toca asumir cada vez con mayor seriedad la responsabilidad de entender y juzgar la ciencia y sus vínculos con nuestra calidad de vida, lo que no podremos hacer si no establecemos y reforzamos una verdadera cultura científica. Es decir, un ambiente de comprensión y aceptación, de crítica informada y respeto bien fundamentado en el que no resulte esotérico estudiar, leer, platicar, interesarse por la ciencia». (Luis Estrada citado en Sánchez, 2010, p.23)

Las sociedades que poseen un amplia cultura científica no es por la cantidad de investigadores que poseen, sino por el interés y comprensión de la ciencia en la media de sus integrantes. Que los especialistas tengan un vasto acervo de información en sus respectivas áreas de estudio, no refleja necesariamente una penetración per cápita de conocimiento, ya que los especialistas por la dedicación y experiencia conseguida a lo largo del tiempo han cultivado saberes que no necesariamente se manifiestan en el entendimiento colectivo.

A partir de las revisiones teóricas que Elaine Reynoso (2012) realiza sobre las distintas posturas del conocimiento en su investigación: “La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal”, se observa que la mayoría de los autores asumen que el progreso social en buena medida se alcanza mediante el capital intelectual de sus habitantes. Poseer conocimiento en temas de ciencia y tecnología, permite a los individuos tomar mejores decisiones en la vida diaria, así como en la gestión de políticas públicas. Y los investigadores como miembros de la sociedad, requieren que sean visibles y comprendidos los resultados de la ciencia, de tal forma que el beneficio de una cultura científica no es exclusivo de los especialistas e incluye a todos los miembros que conviven en la colectividad.

5.4 ESPACIOS MUSEOGRÁFICOS DE BAJA CALIFORNIA

El estado de Baja California y específicamente la ciudad de Ensenada cuenta uno de los mayores números de científicos a nivel per cápita del país, distribuidos en distintas instituciones nacionales y estatales, que se encargan de realizar investigación, educar y comunicar en ciencia y tecnología, que se vinculan y nutren por los intercambios de la comunidad científica del estado con los museos de ciencia de los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada.

Las necesidades de las instancias encargadas en ciencia a nivel estatal se encuentran directamente asociada a la divulgación y comunicación del conocimiento científico y una de las problemáticas más comunes se relaciona con: ¿Cómo poder acercar este conocimiento a la población general? Por lo cual, en esta investigación se enfoca en la problemática que la comunicación pública de la ciencia tiene en relación al diseño de materiales gráficos y visuales, principalmente en los museos de ciencia de la región que de forma directa posibilitan mediante un espacio controlado y permanente, un conjunto de exposiciones, actividades y atractivos que por medio de fórmulas didácticas y lúdicas que contribuyen a la popularización del conocimiento especializado, al facilitar y simplificar los contenido mediante un lenguaje accesible a los públicos generales.

Frente a aquellos que opinan que la ciencia es un ámbito del dominio exclusivo de los especialistas, el museo de ciencia y técnica intenta acercar al público no iniciado, adaptando los medios necesarios que contribuyan a una mejor explicación de las leyes científicas, de sus aplicaciones tecnológicas y de las consecuencias pueden tener para la sociedad. (Hernández, F., 2011, p.228)

La presente investigación se enfoca a los museos de ciencia de las cabeceras municipales del estado de Baja California, ya que por compartir un conjunto de rasgos distintivos como los vínculos territoriales, económicos y culturales, entre otros, generan procesos de comunicación similares. Para los cuales, el estudio y propuesta de un modelo de comunicación visual para la ciencia, les permite mejorar los procesos para transmitir el conocimiento especializado a la población en general.

Para un entendimiento general de los tres museos de ciencia de Baja California, se realizaron descripciones de las condiciones de cada recinto, basadas en la estructura de la observación directa como técnica de investigación, con la reserva de concentrarse en los elementos con los que interactúan los visitantes y no en sus interacciones interpersonales.

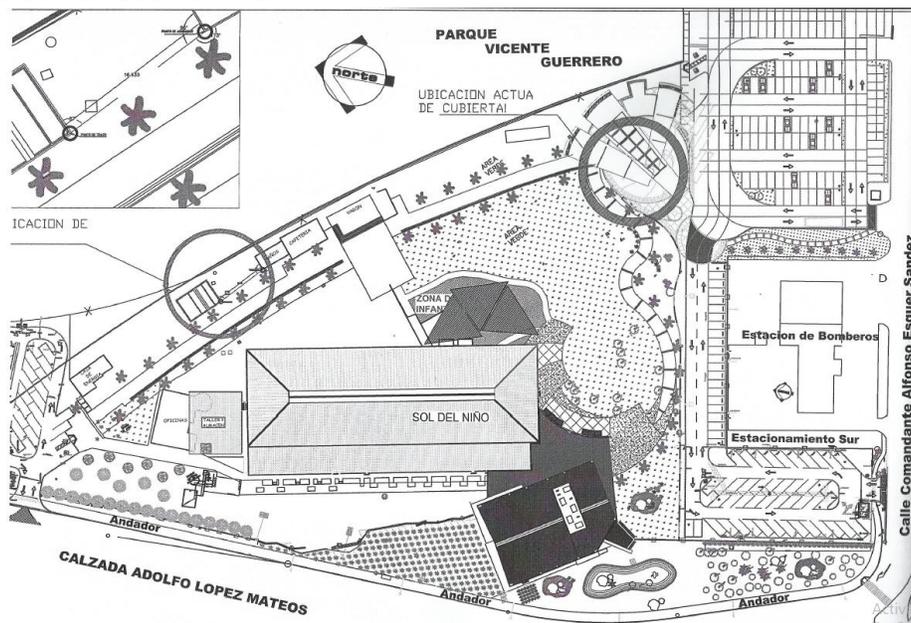
Las descripciones de la observación en los recintos tenía por objetivo plantear las condiciones de los espacios, elementos interactivos y ornamentales, así como estilos de iluminación y mobiliario, que se relacionan a la comunicación visual de cada museo; cabe destacar, que la

observación no consideró elaborar reflexiones o comparativa de las descripciones de cada museo, solo plantearlo para dar contexto tal como se explica en los apartados siguientes.

5.5 MUSEO SOL DEL NIÑO

El Sol del Niño a diferencia de los otros museos del estado de Baja California, distribuye sus salas de exposición dentro del complejo en el que está ubicado, dando variedad a la arquitectura, a los guiones temáticos de cada espacio y conectando a los visitantes entre una sala y otra por caminos exteriores y pasillos interiores del edificio central.

Figura 24.
Plano de planta del museo Sol del Niño.



Nota. Fragmento de la planta de conjunto que comprende el complejo del museo Sol del niño.

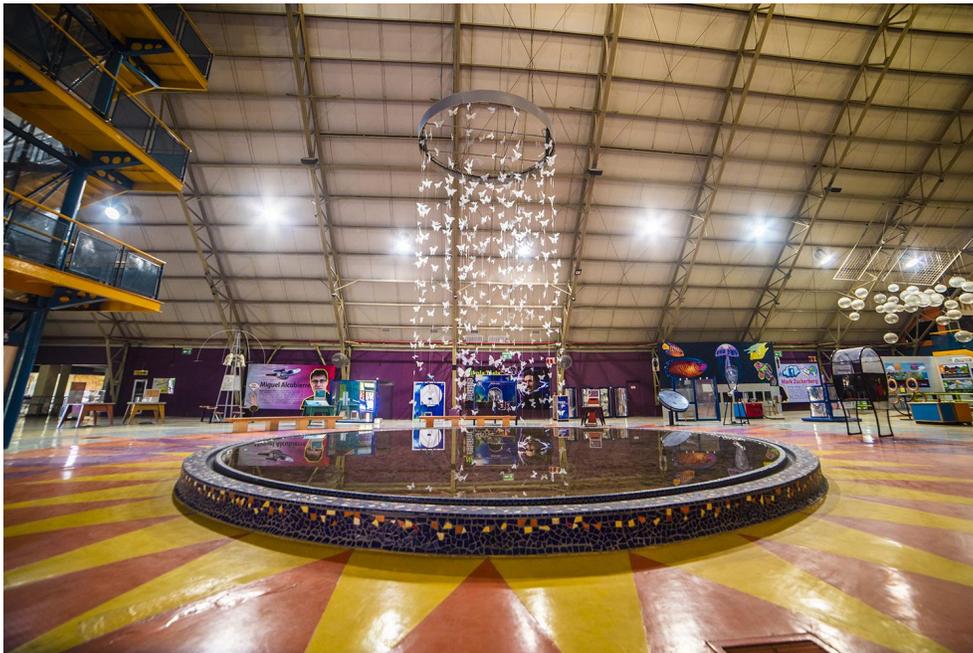
En el complejo del museo existen 17 áreas, de las cuales seis son de exposición, y en el edificio principal, que cuenta con una arquitectura a modo de nave industrial, se encuentran cuatro espacios divididos a los que se accede por la sala central, misma que se determinó como unidad muestral ya que se considera que describe a grandes rasgos los elementos que representan a las exposiciones del museo en lo general, pero se particularizan en la exposición de: “más allá del cielo”.

Un elemento característico de la sala principal son las formas geométricas pintadas sobre el piso alrededor de la “Plaza del sol y el agua”, que semejan un sol irradiando luz en colores amarillo, naranja y rosa, dejando el resto del piso en color gris.

Dentro del museo se encuentran alrededor de 37 artefactos para interactuar, manufacturados con materiales de calibres gruesos que aportan durabilidad y solidez en su manipulación, la mayoría son resinas, acrílicos, acero estructural, aglomerados de madera, aluminio y polímeros de alta densidad. Los dispositivos interactivos tienen en común el acrílico como material predominante, ya que al ser transparente protege los objetos al colocarlos como barrera divisoria al tacto y permite a los usuarios apreciarlos sin riesgo de un quiebre o fisura.

Figura 25.

Fotografía del museo Sol del Niño.



Nota. Fotografía de plano general de la sala principal del museo “Sol del Niño”, ubicada en la ciudad de Mexicali, Baja California, México.

Por otra parte, los elementos ornamentales además de cumplir una función decorativa, en algunos casos también tienen una función interactiva; como, por ejemplo, la proa del barco, que en la punta conecta una hilera de palillos que terminan en una meseta localizada a unos cuantos metros enfrente, y que al girar, la hilera de palillos empieza a hacer un movimiento ondulatorio. También se encuentra un muro metálico, conformado por hexágonos de colores

básicos, que a la par de ser decorativos funcionan como divisores para un área de teatro guiñol, separando esta zona sin cerrar el espacio.

Las escaleras del museo pese a no ser ornamentales, cuentan con elementos decorativos que combinan entre sí y que van de acuerdo a la decoración y temática del espacio, son de metal en colores amarillo medio y azul ultramarino, dentro de ellas se observa en los escalones una textura metálica tipo diamante, que sirve como antiderrapante y que combina con la textura de lunares de las barandillas.

En el área central del Museo Sol del Niño se cuenta con nueve lámparas que producen iluminación artificial, colocadas en el techo, a lo que se suman diversos dispositivos interactivos que cuentan con iluminación led de color blanco. Pero es importante señalar que desde el “Paso de gato”, que es un espacio ubicado en la zona media del techo y que se utiliza como mirador, se cuenta con un pasillo con ventanas que funciona también como tragaluz, aportando suficiente luz natural durante el día como para iluminar toda la sala principal, misma que cuenta con más de veinte ventanas distribuidas en ambos lados del pasillo.

Respecto al mobiliario, en su gran mayoría es pequeño y de uso individual (menos de 30 bancos), actividades interactivas del museo, contando con una altura ideal para los niños; algunos de los bancos están escalonados, cumpliendo con un segundo uso: silla y escalón para alcanzar objetos de mayor altura. También existen diez bancas largas de madera (244x50x45 centímetros) que son usadas para descanso.

La mayor parte del mobiliario cuenta con formas geométricas básicas como rectángulos, cuadrados, trapecios, círculos y hexágonos, pintados en los mismos colores de los dispositivos interactivos del resto del museo.

5.6 MUSEO CARACOL

El museo Caracol cuenta con cuatro salas de exposición, de las cuales dos son permanentes y dos temporales. En el exterior posee formas arquitectónicas que hacen alusión a un barco en su estructura de cristal, y que así como la identidad gráfica que representa un caracol, generan una alegoría a la vida marina, misma que obedece a la ubicación de la ciudad de Ensenada y

sus asentamientos como puerto pesquero, a pesar que al interior del recinto no existen elementos que eslabonen o contextualicen la identidad del concepto antes referido.

Figura 26.

Diagrama de circulación de la sala de la tierra.



Nota. El diagrama de circulación a modo de plano de planta de la sala permanente “de la tierra”.

El museo cuenta con tres salas activas: la sala del mar, del cielo, y de la tierra, que contienen alrededor de 13 dispositivos interactivos con temáticas asociadas a la geografía de Baja California, sus ecosistemas, proyectos de energía sustentable, terremotos, el universo y especies endémicas o en peligro de extinción.

Al final de la sala se encuentran elementos interactivos que muestran a los visitantes el funcionamiento de las energías renovables: solar, eólica, geotérmica e hidráulica, esto mediante unos simuladores. Los visitantes, al interactuar con los diferentes elementos, pueden encender unas luces color neón de edificios que se encuentran en el mismo espacio.

Figura 27.
Fotografía del museo Caracol.



Nota. Fotografía de plano general de la sala principal del museo “Caracol”, ubicada en la ciudad de Ensenada, Baja California, México.

Parte importante del atractivo del museo Caracol son los diferentes elementos ornamentales con los que cuentan, destacando un par de estructuras metálicas con cuerdas blancas y luces a su alrededor que simulan árboles, que además de darle un toque agradable al lugar apunta una iluminación cálida.

La mayoría de los elementos ornamentales tienen como material predominante el aluminio al natural y las formas combinan con las curvas (de superficies cóncavas y convexas) que tienen los paneles informativos que definen el recorrido de la sala. Algunos espacios interactivos cuentan con tubulares de aluminio con un acabado limpio, que sirven para unir unos elementos con otros y para delimitar ciertas áreas.

La iluminación es artificial y de color cálido, ya que la sala no cuenta con entrada de luz natural, utilizando la luz blanca en áreas específicas donde se requiere resaltar la exhibición. Todos los paneles informativos cuentan con luz directa para su lectura, pero una tercera parte de ellos

son estructuras luminosas donde la información se presenta como una lámina transparente por encima de ellos.

El mobiliario al interior de la sala posee 12 bancos individuales de aluminio, con forma cúbica de 39 centímetros por cada lado, ya que la experiencia del museo se enfoca más en el recorrido de la sala. A diferencia de los otros dos museos, todos los bancos de la sala de la tierra son exactamente iguales y encajan estéticamente con el resto de los elementos.

5.7 MUSEO EL TROMPO

El museo “El Trompo” está conformado por ocho salas permanentes, de las cuales, cinco son de exposiciones, una de usos múltiples, otra de proyecciones y un centro de vinculación educativa, el que a su vez cuenta con un espacio lúdico con algunos elementos expositivos. El museo se compone de cuatro niveles, y cada uno de ellos contiene un par de salas que se conectan por una rampa de caracol al centro del edificio. Cada sala está definida por una temática que se indica con un color predominante, todos ellos son colores vibrantes, excepto la sala de usos múltiples y la de proyecciones, mismas que por el servicio que ofrecen a externos, sostienen una temática neutral y sobria.

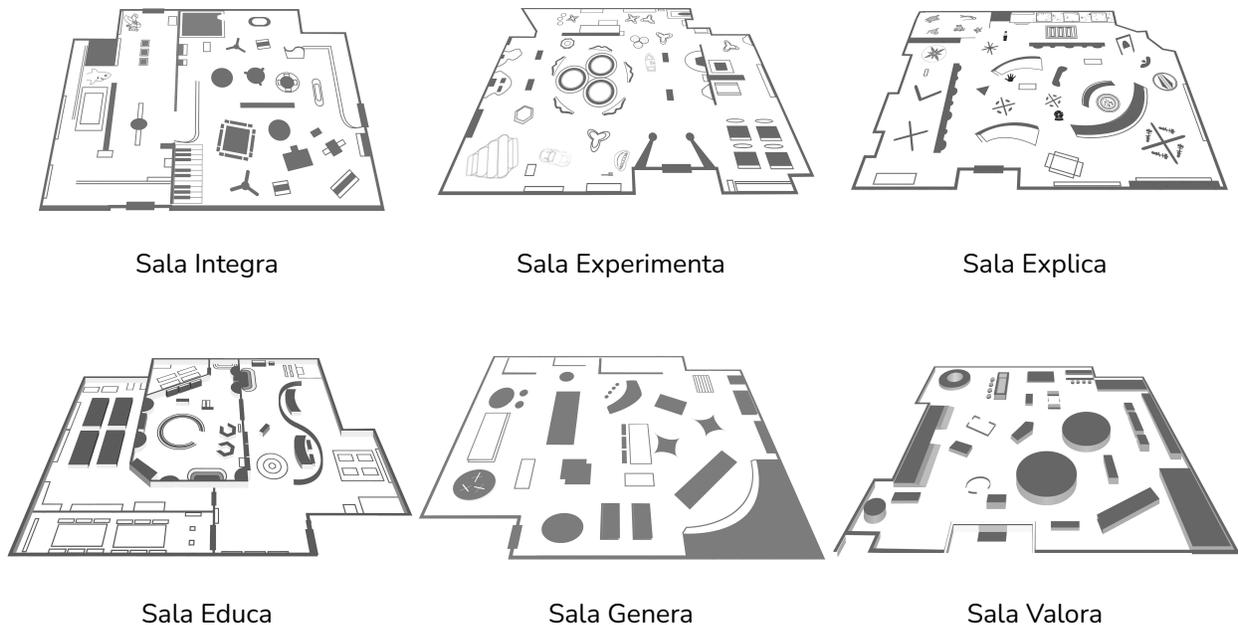
En el primer nivel se encuentran la “Sala de Proyección”, que combina los colores azul cielo y gris claro, y la “Sala Integral” que da la bienvenida a los usuarios con el color verde del logotipo, mientras que en el segundo piso se ubica la “Sala Educa” (o Centro de Vinculación Educativa), que si bien posee múltiples colores en su mobiliario, predominan el blanco y azul oscuro, la sala “Genera” es de un color turquesa, mientras que en el tercer nivel se ubican las salas “Experimenta” y “Explica”, que poseen color naranja y morado respectivamente, y por último, en el cuarto piso se sitúa la sala “Valora” en color rojo, y la de “Usos Múltiples”, con paredes beige (sin mobiliario).

Figura 28.
Diagrama de distribución del museo El Trompo.



Nota. Diagrama de distribución de salas permanentes del museo El Trompo, por niveles desde un corte de la fachada.

Figura 29.
Planos de distribución del museo El Trompo.



Nota. Planos de distribución generados para guiar a los visitantes al interior del museo Trompo.

Los dispositivos interactivos son del color que corresponden a cada una de las salas y se mantienen de forma uniforme en estructura, dimensiones, materiales y color, solamente se agrega color negro a los botones, palancas, pantallas y agarraderas de cada interactivo. Para el caso de la “Sala Integra”, el tema se asocia a tecnología y sus diferentes aplicaciones en la vida cotidiana, los objetos y artefactos para interactuar suman 30 en total, y poseen materiales en los que predomina la madera recubierta, fibra de vidrio y los módulos informativos de metal.

El “Trompo” posee una gran cantidad de elementos ornamentales coloridos, que varían dependiendo de la temática de cada sala, existen figuras como: hojas de gran tamaño, esferas, salvavidas, letras, móviles con formas que hacen referencia al logotipo del museo.

Figura 30.

Fotografía del museo El Trompo.



Nota. Fotografía de sala experiemta del museo “Trompo”, ubicada en la ciudad de Tijuana, Baja California, México.

El museo cuenta con ventanales en la parte frontal del edificio que permiten la entrada de luz natural a gran parte de las áreas del museo, debido a que cada sala se encuentra en un nivel distinto, además de la luz artificial, que es en su mayoría de color blanco brillante, la función que emplean las luces artificiales es acentuar áreas de la exposición donde la luz natural es casi nula. También hay lámparas que enfocan láminas expositivas, y dispositivos interactivos que requieren de iluminación para su interacción o para decorar las exposiciones. Es importante considerar que el museo cuenta con pantallas y letreros luminosos que ofrecen información sobre la exposición a la vez que iluminan los espacios.

El mobiliario se identifica como parte de una familia por las formas curvas y la aplicación del color de cada sala, además de los acabados redondeados que tienen como propósito la seguridad de los niños. A su vez, los materiales predominantes son: aluminio, acrílico y plástico, a excepción de los asientos que tienen una estructura base recubierta con espuma y vinil como capa final.

5.8 MAPA DE ACTORES

Dentro de los objetivos específicos del proyecto de investigación se planteó la necesidad de definir a los agentes que intervienen en los procesos de producción de los mensajes visuales, para definir los criterios y organización por parte de los tomadores de decisión dentro de la producción visual y el diseño que se realiza para las exposiciones de los museos.

Por lo anterior, se consideró implementar mapas de actores o también conocido como mapa de partes interesadas, mapa de redes o *stakeholders*; el uso de esta herramienta resulta fundamental para conocer la relación de los agentes responsables de efectuar las cédulas informativas y los distintos materiales de comunicación visual al interior de las salas de exposición, así como lograr describir las relación existente entre los involucrados mediante un mapeo generado para la visualización y representación esquemática de las redes de colaboración.

Mediante el uso de representaciones visuales, los diseñadores pueden comprender, analizar y, además, imaginar y diseñar nuevas soluciones. Sin embargo, el propósito de estas herramientas no se limita a representar o comunicar, estas herramientas de visualización también pueden funcionar como "facilitadores de conversación", se pueden usar de forma colaborativa para desencadenar la discusión en un proceso de diseño. (Giordano Et al., 2018, p.584)

El mapeo de la red de actores se suma a las herramientas sugeridas dentro del pensamiento de diseño, ya que permite conocer en el proceso y las condiciones en las que operan, junto al reconocimiento de las redes interdependientes. Para este ejercicio se consideró como muestra a los actores que intervienen en la producción de comunicación visual y diseño gráfico dentro de las salas de exposición de los tres museos de ciencia de Baja California.

Actores del museo “Sol del Niño”

La asesoría científica es asegurada por el grupo de directivos del museo y el diseño gráfico es provisto por servicios externos a sugerencia de los interesados, en algunos caso estos servicios provienen de despachos especializados en la generación y curaduría de contenidos de ciencia básica para museos, que con la experiencia y especialidad en el área les permite el desarrollo

adecuado en materia de contenido, aunque no necesariamente contextualizado a los usuarios particulares del museo, pero en la mayoría de los casos, el diseño lo plantean profesionales que ofrecen los servicios de forma genérica y no poseen sensibilidad ni acercamiento alguno a los contenidos de divulgación científica.

El diseñador gráfico del museo no participa en los procesos de creación de cédulas informativas, enfocando su trabajo a la comunicación social de la institución, aunque puede plantear opciones y sugerencias en un momento de toma de decisiones. Para generar las instrucciones de los diseños que se deben realizar los directivos toman a consideración los referentes anteriores de manera intuitiva a falta de un manual de comunicación actualizado, lo cual ha provocado que cada administración proponga su sello y genere diferenciación en estilo gráficos en la comunicación visual de las exposiciones que permanecen activas.

La relación en la toma de decisiones de cada proyecto expositivo es determinada por los directivos y para los contenidos se consideran las opiniones del encargado de desarrollo educativo, lo que asegura que los contenidos posean una carta descriptiva que reúna las necesidades planteadas por la Secretaría de Educación Pública. En cuanto al público que asiste al museo “Sol del Niño”, este se compone por un 70% de alumnos de educación básica y el 30% de asistentes restante proviene de sectores medio superior y grupos de familias.

Actores del museo “El Trompo”

El Trompo posee un consejo directivo como parte de su plan maestro, que es el organismo rector del museo. Es un grupo conformado por personal de diferentes niveles de gobierno y el empresariado, aunado al organigrama operativo del propio museo, por lo que las tomas de decisiones se consultan en los diferentes comités; para el caso del diseño gráfico y la comunicación visual que se presentan en el museo, las decisiones se consideran dentro del “comité educativo”, con una persona del consejo que lidera, acompañado de representantes de sistemas educativos públicos, directores de universidades tanto públicas como privadas, junto con asesores científicos procedentes de instituciones académicas de la región.

El área de servicios educativos del museo es un generador de contenidos que comúnmente funciona mediante fondos de convocatorias de ciencia y tecnología, provenientes principalmente de CONACYT. De tal forma que las cuatro gerencias trabajan de forma

colegiada cuando se decide desarrollar proyectos museográficos. La gerencia de “servicios educativos y operación”, plantea con la gerencia de “Ingeniería y mantenimiento” la estructura física de las exposiciones y se revisa con la gerencia de “comercialización” y “administración” la viabilidad financiera y la planeación de mercadotecnia para gestionar la exposición, y a todas las anteriores se les consideran asesores internos. Cabe destacar que la gerencia de servicios educativos posee la autonomía suficiente para avanzar en los proyectos una vez que se ha aprobado la conceptualización.

Por la propia organización del consejo directivo se mantiene una relación constante con actores externos, los que principalmente son representantes de instituciones de los diferentes niveles educativos del estado, y que participan como asesores científicos de las exposiciones en la mayoría de los casos, mismos que bajo la coordinación del comité educativo toman las decisiones de diseño respecto a las propuestas museográficas, manteniendo así una interacción continua entre los académicos e investigadores de la región y los responsables de servicios educativos del museo.

En el mapa se pueden revisar las interrelaciones existentes entre los actores internos y externos, de las que se destaca la participación de profesores que validan los contenidos educativos del museo de acuerdo con los planes de estudio, que busca revisar que funcionen las explicaciones de las cédulas informativas junto a los dispositivos interactivos. De tal forma que el papel que juega el diseñador dentro de la estructura de toma de decisiones se da mediante el intercambio dentro de una red colegiada que regula los contenidos y la operatividad de la exposición.

Por último, se señala que los usuarios que asisten al museo representan a un público escolar y al familiar o “general” a partes iguales, a quienes se les solicita su opinión a través de una pre-operación para conocer sus percepciones con una encuesta de salida o de satisfacción de las exposiciones.

Actores del museo “Caracol”

En la descripción del mapa de actores del museo Caracol, se encuentra por principio que no existe la figura de un diseñador, ya que la mayoría de servicios de comunicación visual, publicidad y diseño gráfico son solicitados a externos, por medio de indicaciones de dirección.

Se destaca que a los coordinadores de área se les ha capacitado para que desarrollen habilidades de divulgación de la ciencia, que les permitan generar proyectos museográficos. Por otra parte los coordinadores manifiestan la necesidad de contar con alguien especializado en diseño gráfico para dar apoyo en la generación de contenidos.

Cabe mencionar que la Coordinación de Servicios Educativos y Divulgación de la Ciencia, en conjunto con la Coordinación de Comunicación del museo, trabajan de manera conjunta en la realización de materiales informativos que se solicitan a agencias de diseño. En algunos casos también se contrata a asesores científicos para la realización de los proyectos, sumado al apoyo del voluntariado y de los servicios sociales, en quienes no se pueden apoyar las coordinaciones de forma consistente dentro de los proyectos, esto por la propia naturaleza de ser actores fuera de la estructura de la institución.

Una de las particularidades del museo Caracol es el fuerte apoyo que se tiene de la comunidad científica, misma que colabora permanentemente dentro de los distintos centros de investigación y de enseñanza de nivel superior, que están asentados en la ciudad de Ensenada. De tal forma que los asesores científicos y el patronato junto al consejo directivo, son los principales actores externos que participan en el proceso de gestión y desarrollo de proyectos visuales para las exposiciones museográficas.

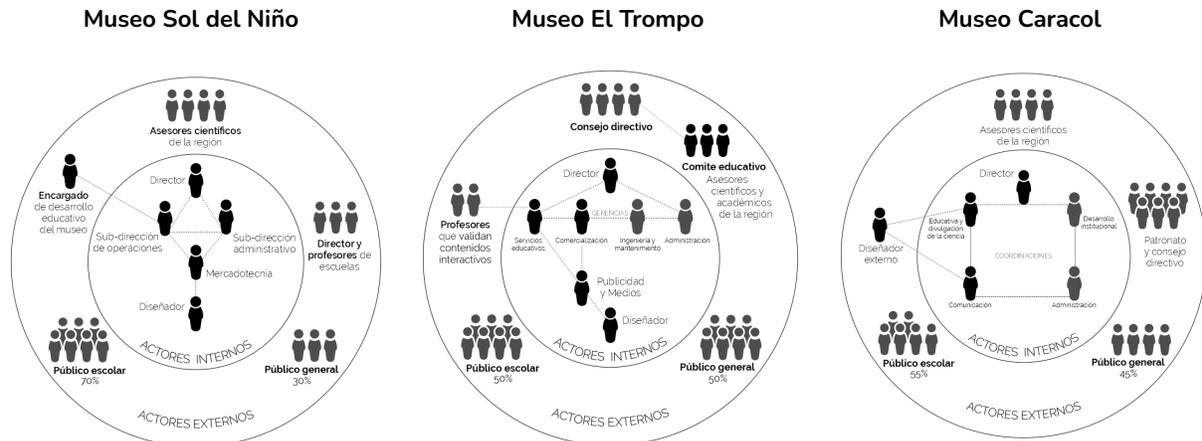
Tomadores de decisiones de comunicación visual en los museos

Cabe señalar que cada museo de ciencias del estado de Baja California, posee una estructura organizacional independientes entre sí, que coincide en pocos elementos, uno de ellos es que los tres museos parten de un patronato, la mayoría de sus exposiciones no suelen sufrir alteraciones durante décadas. Todos poseen departamentos de servicios educativos, que son los principales intermediarios entre los productos de comunicación visual y de diseño gráfico que se generan en los museos, no obstante, en se hace notar la falta de atención hacia esta área, ya que cuando se cuenta con diseñadores dentro de la estructura organizacional, trabaja principalmente en producir elementos de comunicación social y poco o nada se involucra en la generación de contenidos para las cédulas explicativas de las salas de exposición.

Los mapas de actores plantearon un panorama general de la red de actores que son parte del sistema, junto a las conexiones claves de los actores internos y externos a los servicios que se

ofrecen. Este esquema que, si bien, puede comprenderse dentro de un organigrama o manual operativo de cada institución, posee sus particularidades al llevarse a la práctica, dependiendo su operación de condiciones financieras, regulatorias y de situaciones particulares de cada instancia.

Figura 31.
Mapas de actores de los museos de ciencia.



Nota. Esquema de tomadores de decisiones de los tres museos de ciencia de Baja California desarrollado a partir de entrevistas con los directivos de cada institución en el año 2021.

Tal como se expresa en el esquema interior, al centro de cada figura se encuentran los actores internos y en la segunda esfera hacia el exterior están los actores externos, que si bien son parte de la toma de decisiones como consejos directivos, asesores científicos, o el público al que se le pide retroalimentación de las exposiciones, ese círculo externo contiene a quienes aportan consideraciones respecto a las exposiciones pero no son tomadores de decisión de forma directa (los mapas de actores se pueden observar en una versión más ampliada dentro del apartado de anexos).

CAPÍTULO VI

Los públicos de la divulgación científica

6.1 LOS PÚBLICOS COMO RECEPTORES

Existe una vasta cantidad de estudios respecto al proceso comunicativo y a los elementos que lo conforman, aunque cabe destacar que en los modelos de comunicación los elementos varían de nombre, y “emisor”, como comúnmente se le conoce al sujeto que emite un mensaje, también se le nombra como fuente o transmisor, y es quien inicia el proceso de comunicación, pero este, requiere de su par en el circuito para existir: el receptor.

Emisor y receptor son los principales elementos que prevalecen en todos los modelos y/o procesos comunicativos, las estructuras pueden prescindir de algunos elementos, pero forzosamente para que exista la comunicación, se requiere de alguien que emita y alguien que reciba el mensaje, así pues, se determina receptor al sujeto que lee y decodifica la información proporcionada por una fuente.

Desde el inicio del siglo pasado, con el desarrollo de medios de comunicación masiva, se comenzó a producir cada vez más contenidos, que contaban a su vez con mayores posibilidades de llegar a todo tipo de personas, quienes serían los receptores de los mensajes masivos, a los que inicialmente se les denominó audiencia o espectadores (principalmente para señalar la radio y la televisión), a quienes también podemos nombrarlos como públicos, y para el caso específico de los museos, se suma la acepción de visitantes.

Los medios de comunicación masiva desde mediados de siglo XX, se vieron interesados en estudiar y generar las audiencias para clasificar las producciones de radio y televisión con fines mercantiles. Todavía hace algunas décadas, antes de que el internet facilitara la consolidación de la sociedad de la información, de la que se comenzó a hablar desde los años sesenta, se observó la hiper segmentación de los públicos, y los estudios de las audiencias que ya eran complejos entonces, se convirtieron en un desafío aún mayor, al buscar analizar una cuantiosa cantidad de receptores para comprender las condicionantes que poseen y afectan en la lectura de contenidos mediáticos.

Actualmente el *big data* ofrece información importante de los perfiles de usuarios en internet, lo que permite facilitar la navegación basada en los algoritmos que generan desde sus intereses, pero, cuando se busca entender la naturaleza del público para constituir los

componentes de su consumo cultural, en el que se encuentra inserta la cultura científica, se descubre que los elementos que conforman los gustos del público dependen de una enorme cantidad de variables, e incluso definiendo sectores por edad, género, ocupación, entre otros, lo que impide agruparlos de forma homogénea. Por ello hace necesario el estudio de los públicos, ya que al generar un producto para divulgar la ciencia se debe tener claro, que se compite con la sofisticación de plataformas mediáticas, que proponen realidades y discursos que en muchos de los casos son diametralmente opuestos a los fines de una cultura científica, y emularlos sin un previo análisis podría hacer que se perdiera el objetivo a comunicar, pero ignorar el lenguaje circundante de los medios y de dichas producciones, es desechar información valiosa del entorno en el que están inmersos los públicos.

Dentro de los procesos comunicativos es absolutamente necesario el conocimiento del otro, del público, que es finalmente para quien se desarrolla un producto comunicativo, y de los campos relacionales comunes en los que se habrá de sostener la interlocución, aún cuando el proceso comunicativo sea lineal y no considere la retroalimentación dentro del mismo, como aplica para el modelo de déficit, ya que sin el conocimiento del receptor se pone en riesgo inminente la efectividad del mensaje.

Para el caso de la comunicación pública de la ciencia, que como su nombre lo indica pretende comunicar el conocimiento científico a públicos amplios de forma abierta e incluyente, es necesario el reconocimiento de las otredades en los receptores, para facilitar la estructura del mensaje y la eficiente recepción. Para ello se requiere de un pleno conocimiento de la cosmovisión del otro, datos demográficos, el nivel intelectual y el consumo cultural en términos generales, para desarrollar estrategias que permitan estrechar los lazos entre quien genera y quien recibe la divulgación de la ciencia. Estructurar una explicación sencilla de algún fenómeno científico complejo, requiere reconocer el capital de conocimiento con el que cuenta el público, para lograr aproximar el contenido del mensaje a una realidad que les resulte reconocible.

Un impedimento para precisar los públicos, frente a la cambiante dinámica cultural de la población, se asocia a los postulados de García Canclini (2007), que expone, que “las disputas entre corrientes sociológicas acerca de cuánto influyen la familia, la escuela, los medios, las empresas culturales comerciales y no comerciales, se reformulan porque todos estos actores

cambiaron su capacidad de acercarnos o alejarnos de las experiencias” (p.25), esto involucra que tras cada cambio tecnológico viene un cambio cultural, y con ello una transformación de las dinámicas sociales.

Los públicos entonces, son el producto de una estructura mediática que ha generado contenidos en función a la segmentación principalmente de edades y géneros, como principio, y posteriormente por los gustos asociados a su consumo cultural, que implica un universo de información que requiere de perfilar los intereses a grandes rasgos, para posteriormente segmentarlos para su análisis, porque los individuos son lo que sienten, observan, repiten, asumen y razonan respecto a su cultura.

Existe una identidad del público, que es dinámica por los constantes cambios sociales, las variantes de mayor afectación no desdibujan la esencia misma de la personalidad de dichas audiencias. En la actualidad hay vías simples para el acercamiento al perfil del receptor, en su gran mayoría por el estudio aportado por la mercadotecnia y publicidad, que desde hace décadas viene actualizando los perfiles para poder conocer a sus clientes, identificarlos y con ello, conseguir tener una comunicación directa para mejorar la venta de productos y servicios; porque tienen claro que el conocimiento de la audiencia puede marcar la diferencia entre que un producto logre sobrevivir o no, dentro del mercado.

Tal como indica Callejo (2001, p.35), una “buena parte del interés por el receptor y la recepción deriva del nivel pragmático del lenguaje. El nivel sintáctico se encarga de coordinar los términos del lenguaje entre sí. El nivel semántico, de la articulación del lenguaje con la realidad. El pragmático, de las relaciones de unos con otros. Aún cuando pueden existir ciertas inercias en el lenguaje, que se imponen a las situaciones. El nivel superior es el pragmático”.

El nivel pragmático (sobre cómo se relaciona el contexto y la interpretación), es el objetivo ideal a lograr en la divulgación de la ciencia, ya que tiene entre sus aspectos positivos el hecho de que los públicos de la ciencia son voluntarios, como lo indica Sánchez, “el público de la divulgación generalmente es anónimo, pero el divulgador lo imagina y le asigna características, aunque nunca sabe con certeza cómo recibe el mensaje, pues el receptor le da sentido según sus antecedentes, expectativas y competencias personales. (2010, p.59)

Para definir de forma rápida a los usuarios de la divulgación científica, se puede considerar la tipología de los públicos elaborada por José Luís Rivero, misma que se plantea originalmente para la gestión cultural, pero que resulta aplicable al quehacer de la divulgación científica, esta clasificación se basa en el estudio de la demanda y su organización.

1. Forma de organización: público organizado (grupos), público libre (individuos).
2. Intensidad del vínculo: públicos fieles, habituales, públicos potenciales, cautivos. En algunos textos Lucina Jiménez y Octavio Arbeláez han introducido el tema de los “públicos golondrinos”, para referirse a un comportamiento reciente de los públicos que no son fieles a ninguna actividad y más bien vuelan de una a otra opción sin hacer compromisos con ninguna.
3. Frecuencia de relación: públicos recurrentes, públicos esporádicos, no públicos.
4. Conocimiento del campo: públicos especializados, públicos aficionados o el denominado “gran público”.
5. Actividad con la que se relacionan: lectores, radioescuchas, televidentes, visitantes, cibernautas, aficionados y espectadores.
6. Públicos especiales: sectores que presentan cualquier tipo de discapacidad.
7. De acuerdo con el ciclo de vida: se suele hablar de público infantil, público joven, público adulto o público de la tercera edad. (2008, p.5)

En el trabajo de Rivero, el conocimiento de los campos da cabida a los mal llamados “públicos generales”, que en la ausencia de perfiles concretos de los usuarios de la divulgación científica y pese a la falta de características que propone, el concepto es útil para delimitar en el imaginario colectivo la idea de un público amplio, posiblemente familiar, heterogéneo o inclasificable.

Si bien es cierto que en los estudios de comunicación la afirmación es que los públicos generales no existen, que todo evento puede precisar el perfil de los asistentes, espectadores o usuarios, la práctica de la divulgación científica presenta dos situaciones constantes, por principio, en la gran mayoría de las instancias, institutos y centros de investigación no cuentan con los recursos necesarios para definir a los públicos de la ciencia y segundo, las actividades de divulgación son muy variadas y pueden ir desde el uso de métodos analógicos hasta eventos mediados por la tecnología.

Para realizar una conceptualización de los “públicos generales” se debe partir de la definición originaria de comunicación, que significa “poner en común” y de la pragmática que conlleva el concepto de “público”, que representa que algo es abierto, conocido y de acceso a todos, visible para el pueblo, manteniendo en todo momento la connotación de evento democrático y de interés social.

Existen muchos formatos de divulgación de la ciencia, pero es fácil reconocer que el formato que el divulgador realiza con mayor frecuencia son las charlas, en ellas el divulgador debe anticiparse al posible público que tendrá, para preparar el desarrollo de su explicación y la presentación que regularmente lo acompaña. Este formato de comunicación interpersonal permite al divulgador observar al público, leer la comunicación no verbal de los asistentes y adaptar la interacción sobre la marcha, modificar el lenguaje y la modulación de voz, en caso de considerar que no está llegando el mensaje de manera correcta a los receptores, pero la pregunta sigue siendo: ¿Cómo poder preparar la comunicación de la ciencia para públicos generales o amplios?

6.2 PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA EN MUSEOS

Para ofrecer mayores referentes de la óptica desde la cual el público se posiciona frente al conocimiento científico, se realizó un análisis de los estudios sobre la percepción pública de ciencia y tecnología, para reconocer la opinión de los ciudadanos respecto a la ciencia, a su divulgación y a su nivel de conocimiento. Por medio de la revisión de los resultados arrojados por la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología¹⁵ (ENPECYT), que se efectúa por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en colaboración con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y para el caso del año 2017, contó con una muestra de 100 mil (y más) habitantes por estado, es decir 32 áreas urbanas, siendo los encuestados personas mayores de 18 años, los cuales sumaron un total de 37,057,876 encuestas aplicadas.

¹⁵La Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, se ha implementado bianualmente en México, durante las últimas dos décadas (desde el año 2001), aunque cabe señalar que los antecedentes datan de esfuerzos realizados desde 1997. Y tiene como precedentes de organismos internacionales, el *Eurobarómetro* de los países miembros de la Unión Europea y el trabajo de la *National Science Foundation*, con la encuesta de Percepción Pública de la Ciencia que se realiza en Estados Unidos.

El INEGI manifiesta que la finalidad de la encuesta, es “recopilar información relevante para la generación de indicadores que midan el conocimiento, entendimiento y actitud de las personas, relativos a las actividades científicas y tecnológicas, para satisfacer las necesidades de información estadística en esta materia y brindar un panorama que coadyuve en la toma de decisiones en cuestión de políticas públicas en el país”.

Para contextualizar el nivel de entendimiento que la población tiene acerca de conceptos técnicos, se solicitó a los encuestados describir como: a) bueno, b) regular, c) malo, d) no sabe, de algunos tópicos de ciencia. Y se observó que más de una tercera parte afirman tener un conocimiento regular sobre estudios científicos, software o paquetería computacional, alimentos modificados genéticamente y efecto invernadero; y más de la mitad considera regular su entendimiento de enfermedades crónico-degenerativas y contaminación ambiental. Asumiendo que su nivel de información en temas de actualidad es moderado o nulo en más del 80%, de igual manera, el 76% clasifica como moderado o nulo su conocimiento sobre nuevos inventos, descubrimientos científicos y desarrollo tecnológico.

Cuando preguntaron a los encuestados algunos tópicos sobre temas de cultura científica, un 46.3% afirmó como cierto o simplemente dijo no saber, que “México limita al sur con el Salvador”, lo que muestra un desconocimiento de la geografía del país, así, un 37.6% niega que “los seres humanos de hoy se desarrollaron a partir de la evolución de otras especies”. En temas de historia universal, se les preguntó sí “Alemania ganó la segunda guerra mundial”, a lo que el 46.4% dijo que era falso y el 19.8% que fue cierto, y aproximadamente una tercera parte afirmó que lo desconoce.

Por otra parte, la población de áreas urbanizadas de México rechaza o no sabe en un 40.8% que “el universo inició con una gran explosión”, y el 60 por ciento ignora que “los electrones son más pequeños que los átomos”; mientras que una tercera parte considera falso o desconoce que “la tierra da la vuelta al sol en un mes”. En contraste con lo anterior, el 96.5% aceptó saber que “fumar puede causar cáncer pulmonar”, mientras un 85.3% respondió que es cierto que “el hombre ya ha llegado a la luna”; y un 88.4% afirmó que “el centro de la tierra es muy caliente”.

Javier Echavarría en su artículo: “La ciencia vista por la sociedad, la experiencia europea”, publicado en el año 2005, en el que explica la incidencia del Eubarómetro en la toma de decisiones de carácter gubernamental y de cómo estos estudios realizados desde la década de los setentas sobre la percepción social de la ciencia, justificaron el incremento presupuestal al área de investigación en ciencias, ya que, permitieron analizar y conocer la opinión de la población respecto al conocimiento científico en la unión Europea, ejemplo que permite reconocer que las necesidades de ciencia manifestadas por la sociedad pueden generar políticas e iniciativas incluyentes, que produzcan beneficios en lo colectivo.

En los resultados arrojados por la encuesta se evidencian discrepancia en diversos indicadores, por una parte, la profesión del científico-investigador es más respetada que la de un deportista, un sacerdote, y muy por encima que la de un policía, pero a su vez, una tercera parte considera que debido a sus conocimientos, “los científicos tienen un poder que los hace peligrosos” (en un 36%), y la misma proporción de encuestados señaló estar en desacuerdo con dicha afirmación, mostrando la ambivalencia de criterios.

Se interpreta con los resultados anteriores que la sociedad, dentro de una tradición modernista, busca obtener satisfactores prácticos para su día a día, y olvida la existencia del quehacer científico que precede a los satisfactores, del proceso que conlleva un método científico, el tiempo de validación de un experimento, un prototipo o una vacuna. El acelerado ritmo de vida actual ha hecho al hombre pensar en el producto y olvidar el proceso, al desentenderse de ello, la persona pierde el valioso aprendizaje del conocimiento que involucran los hallazgos científicos.

No sólo se invisibiliza el proceso científico, sino que se elimina el aprendizaje que viene con él, junto al ensayo y el error, así como la etapa de validación necesaria, dando por resultado, que la efectividad de un científico y su investigación entonces, este presente, únicamente en los satisfactores tangibles que esos resultados de investigaciones ofrezcan a la sociedad, condenando a esta última, a una eterna insatisfacción por la falta de inmediatez derivada de un mundo cambiante en el que la tecnología, ciencia e innovación avanzan vertiginosamente, y donde no se comprenden los tiempos y procesos que la búsqueda de conocimiento trae consigo.

Pese a lo anterior, más de la mitad de los encuestados asumen estar de acuerdo con que la investigación científica juega un papel fundamental en el desarrollo tecnológico, que el crecimiento económico de un país está estrechamente relacionado con la cantidad y calidad de su investigación, y que el gobierno federal debe dar apoyo, aún cuando los beneficios que resulten no sean inmediatos, ya que, sólo con base en la investigación y el desarrollo tecnológico, la economía podrá ser más competitiva. Estas afirmaciones fueron de más de la mitad de los encuestados.

Asimismo, tres cuartas partes de la población tiene algún interés por los nuevos inventos, descubrimientos científicos o desarrollo tecnológico, pero a su vez, se observa una baja asistencia a recintos de ciencia y tecnología, como lo demuestra la comparativa de los resultados del 2015 y 2017.

Cabe señalar que los estudios sobre la percepción en ciencia y tecnología dan lugar a una estructura razonada de políticas públicas que promuevan el desarrollo de una cultura científica en el país, así como a la detección de áreas de oportunidad para mejorar los procesos que involucren el conocimiento en ciencia dentro de la población. Conocer la percepción que las personas tienen respecto a los científicos, al quehacer de los mismos, y a su propio conocimiento de ciencia, permite el desarrollo de estrategias para incrementar las áreas temáticas más frágiles y replantear acciones sobre los indicadores que presentan mayor debilidad.

6.3 LOS PÚBLICOS DE BAJA CALIFORNIA

Para el caso del público de museos de ciencia de Baja California, hay que situar dentro de la parte geográfica o etnográfica su reconocimiento como frontera política entre México y Estados Unidos de América, que al ser uno de los países más influyentes dentro de la economía mundial, se establece como obligación considerar la dinámica de intercambio cultural dentro de los procesos de recepción de la población asentada en dicha región, tanto como acercamiento a la lengua inglesa, su comprensión del sistema métrico inglés, su posible acercamiento a contenido científico en otro idioma y consumo informativo.

Por todo lo anterior, y pretendiendo generar un perfil que delimite a los públicos generales, es factible esbozar algunas características base de las que sea posible partir. El nivel de escolaridad en México es de educación básica y un poco más, ya que el INEGI en el Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2020, presenta que los habitantes mayores a quince años de edad poseían en promedio 9.7 grados de escolaridad en el país.

En particular, los habitantes del estado de Baja California poseen un grado de escolaridad promedio de 10.2 años al 2020 (encuestados de 15 años y más), de los cuales se excluye el nivel de preescolar, por lo que se asume que el grueso de la población tiene escolaridad media superior, ya sea trunca o terminada. Destacando que el 47 por ciento de la población del estado tiene educación básica concluida, y en el rubro del porcentaje de la población de 15 años y más, los que poseen instrucción media superior es 28 y con instrucción superior del 22%.

Dentro de los indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica que presenta el INEGI, se refleja como resultado del censo efectuado en el 2020, que Baja California es el cuarto estado en México con menor población analfabeta, con un porcentaje de 1.8%, después de Ciudad de México, Nuevo León y Coahuila, planteando así que solo dos de cada cien personas en el estado no saben leer ni escribir.

Mostrando los resultados que los niños menores a 15 años tienen una asistencia a la escuela de un 93%, mismos que representan una cuarta parte de la población de Baja California, encontrándose en correspondencia con los porcentajes de la población en localidades urbanas en un 94% y de las rurales en un 6%.

Respecto a los procesos migratorios ocurridos entre los años 2015 al 2020, salieron 89,781 y llegaron 211,416 personas a Baja California, explicando que por cada 100 habitantes salieron como emigración interna 26 personas a los estados vecinos de Sinaloa y Sonora, así como 19 más a Jalisco, Nayarit y Chiapas, mientras que llegaron a vivir como inmigración interna, 26 personas por cada cien, provenientes de Sinaloa, Chiapas y Guerrero, también 15 más de Sonora y Veracruz.

Evidenciando que existe una fuerte tendencia por los habitantes de estados del sureste del país a migrar a estados del noroeste, principalmente a Baja California por su condición de frontera con Estados Unidos de América. En el proceso de emigración internacional a este país, se destaca que en el año 2020, de cada 100 personas, 92 cambiaron su residencia, ya sea de los habitantes del estado o de los migrantes que se asentaron temporalmente para realizar la transición.

Los procesos migratorios a Baja California tienen como motivación el reunirse con la familia (en lo que se infiere son los familiares que migraron y se asentaron previamente), lo que corresponde a una tercera parte de los casos, que se conecta con las migraciones de motivos laborales para búsqueda o cambio de trabajo, que se representa con el casi 44% de los casos.

Por lo anterior, si hablamos de públicos amplios en Baja California, es difícil acotar un conjunto de conocimientos comunes con los que la población se relacione, dado que si bien comparten información como grupo social, la realidad es extremadamente heterogénea como producto de los procesos migratorios que combinan por una parte, las tradiciones de poblaciones del sur de la República Mexicana, sus técnicas y conocimientos endógenos; pero por la otra parte, se encuentran hábitos de consumo provenientes de la estructura de uno de los países más poderosos del mundo, lo que puede facilitar la traducción de conocimiento por la asimilación de contenidos informativos de circulación continua, pero polariza el perfil de los públicos.

Asumiendo que el reconocimiento del público debe ser tan dinámico como los cambiantes escenarios sociales y tecnológicos, que definen pautas en la percepción del mundo de los usuarios, se sostiene que cada proyecto divulgativo habrá de considerar las particularidades de contexto en el que el público se encuentra, legitimando al entorno desde todas sus ópticas como elemento definitorio para la recepción del mensaje de comunicación científica.

CAPÍTULO VII

Comunicación visual y diseño de exposición

7.1 DISEÑO DE EXPOSICIONES

En un primer planteamiento sobre el diseño de exposiciones, es posible que el imaginario colectivo sugiera a modo de postal mental, una muestra artística dentro de un museo, porque efectivamente, las salas de exposiciones son el punto de partida. Para generar un marco de entendimiento, Locker reseña cómo en “la década de 1970 se hizo cada vez más evidente la necesidad de hacer que los museos fueran más atractivos. La interpretación dio lugar a un aprendizaje más interactivo, y las nuevas ideas para la comunicación museística por medio del diálogo y la construcción de narraciones originaron un gran abanico de historias” (2011, p.22), lo que permitió, que en décadas posteriores se explorará con formas más novedosas y atractivas en el diseño de exposiciones.

Considerando que la labor más valiosa del museo es la exhibición de objetos que poseen un valor cultural, histórico, artístico o científico, se hace visible que su conservación requiere de un recinto que cuente con las condiciones necesarias para salvaguardar y permitir el acceso de forma controlada, por lo que el museo “puede designar tanto a la institución como al establecimiento o lugar generalmente concebido para proceder a la selección, el estudio y la presentación de testimonios materiales e inmateriales del individuo y su medio ambiente” (Desvallées y Mairesse, 2010, p.52), este planteamiento, alude más al carácter de repositorio y conservación con el que surge inicialmente el concepto de museo.

El espacio museográfico entonces, tal como lo indica Zavala (2012, p.110) es un “espacio diseñado para motivar el interés hacia la investigación, y propiciar el entusiasmo en el que se generen más preguntas que respuestas”. Mientras que para Pam Locker (2011, p.15), es un “conjunto organizado de objetos expuestos, diseñado para servir a un propósito general o para explicar un tema o una narración”, añadiendo el postulado de Hodge y D’Souza de 1979, que destaca: “los museos no sólo conservan sino que también comunican (...) La exposición de objetos es un medio de comunicación social, y su ejercicio requiere una comprensión especial de los procesos de comunicación, es decir, de la naturaleza de la comunicación de masas”. (Citado en Hooper-Greenhill, E., 1998, p.56)

En la actualidad, el diseño de exposiciones asume y resuelve de forma más rápida las demandas de consumo cultural, científico y artístico, de lo que podrían hacerlo los museos, que

antiguamente habían tenido designado cubrir dichos requerimientos: Ya que las exposiciones pueden ser planteadas desde una gran variedad de formatos y presupuestos, lo que permite subsanar las necesidades de exhibiciones que el museo no necesariamente deben o pueden cumplir.

Las exposiciones, tal como señala Ochoa (Et al), “han tenido históricamente cuatro funciones que no son excluyentes entre sí: a) Simbólica: organizada con la finalidad de glorificar a una comunidad, b) Comercial: unida al valor de las obras expuestas, c) Documental, informativa o didáctica: señala el valor informativo, educativo y formativo de la muestra, y, d) Estética: subraya el valor artístico de las obras que exhibe” (2017, p.9). Podemos definir que en su mayoría las de carácter divulgativo pertenecen a las documentales, que se ligan primordialmente al “valor informativo o científico de los objetos, utilizada no sólo por los museos de carácter científico o técnico y los ecomuseos, sino también por todos aquellos organismos e instituciones que desarrollan su actividad por medio de exposiciones para la difusión de conocimientos” (Fernández y García, 2010, p.1), las variedades recaen en la forma de abordar los contenidos divulgativos tanto de forma comunicativa como estética e interactiva.

Dado que las exposiciones varían en su constitución física, a diferencia del museo que mantiene de forma permanente el control dentro de un recinto, el potencial comunicativo es aplicable para ambos casos de manera casi equivalente. Para Josep Ballart, la exposición posee un valioso potencial educativo capaz de contribuir a una construcción social del conocimiento; en palabras, propone que, “podemos definir una exposición como un montaje de tres dimensiones creado alrededor de una idea base concordante con la política de exposición del museo con un propósito fundacional (misión), destinado a transportar al visitante a un entorno de aprendizaje en el cual predomina el lenguaje visual, qué es lenguaje por medio del cual los objetos expuestos se manifiestan de forma preponderante”. (2008, p.188)

Considerando que los entornos expositivos se comunican de muy diversas formas con el público; sintetizando las disertaciones de Josep Ballart, la primera forma de comunicación del museo es mediante el edificio, posteriormente por sus empleados, en un tercer momento, por la información que facilita a los visitantes, que incluye todo tipo de comunicación visual y diseño gráfico de la que se valga el recinto, la siguiente es la gama de servicios de que dispone, y finalmente a través de los programas que ofrece.

Figura 32.

Formas discursivas del Museo.

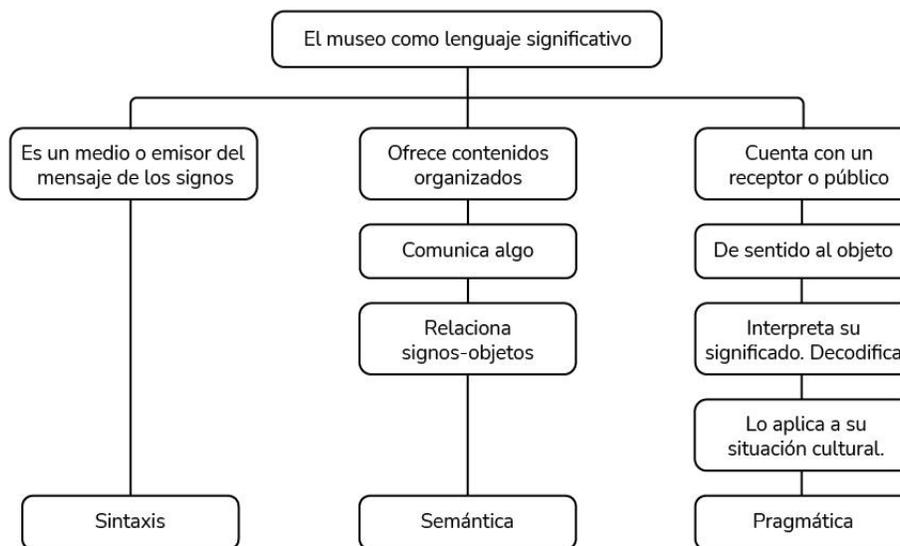


Nota. Esquema propuesto por Francisca Hernández en su libro, “El museo como espacio de comunicación”, que fue publicado por primera vez en 1998.

De forma semejante, Francisca Hernández plantea que, “el museo se nos presenta como un proceso de comunicación y como una forma de lenguaje signifiante. Vemos, por tanto, como tiene lugar y cómo se manifiesta dicha significación. En primer lugar, el museo, a través de su propia estructura, se convierte en el medio o emisor del mensaje de los signos, propio de la sintaxis. En un segundo momento, el museo trata de ofrecernos una serie de contenidos bien organizados que forman su base discursiva y semiótica” (2011, p.24)

Figura 33.

El museo como lenguaje significativo.



Nota. Esquema propuesto por Francisca Hernández en su libro, “El museo como espacio de comunicación”, que fue publicado por primera vez en 1998.

De las disertaciones anteriores, se reconoce que la idea del museo como forma discursiva, posibilita el dar sentido a narrativas precisas sobre los acontecimientos de todos los órdenes humanos, lo que representa un fuerte potencial comunicativo que, por principio, se potenciaría por sus características inmersivas y envolventes para los usuarios.

Ya que tal como lo propone Orozco Gómez, lo importante es analizar la interacción entre el medio, el mensaje, la audiencia y el producto de la interacción. Se asume a la audiencia como “un conjunto segmentado a partir de sus interacciones mediáticas de sujetos sociales, activos e interactivos, que no dejan de ser lo que son mientras entablan alguna relación siempre situada con el referente mediático, sea ésta directa, indirecta o diferida”. (Citado en Herrera y Orozco, 2016, p.154)

Figura 34.

Proceso elemental de comunicación en una exposición.

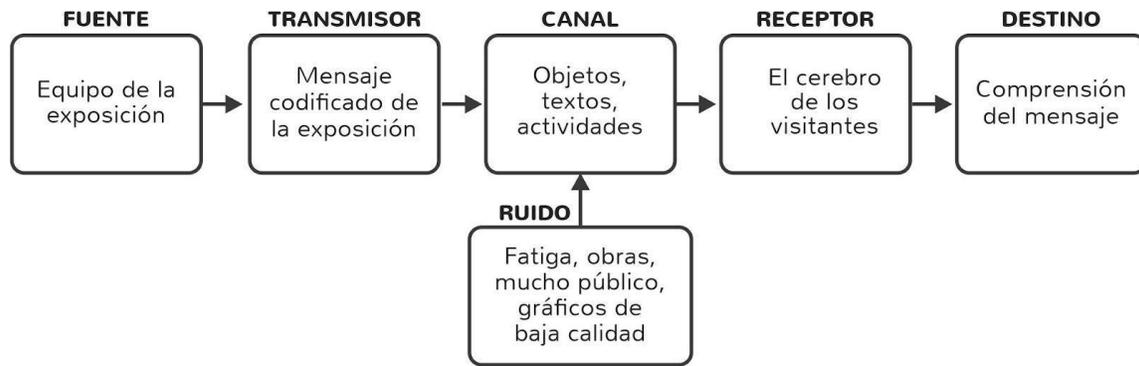


Nota. Modelo de transmisión de información, planteado por Josep Ballart Hernández en su libro: “Manual de museos” de 2007.

Bajo los postulados anteriores, tanto Hernández como Ballart plantean que los museos pueden describirse desde un modelo de comunicación básico, en el que se entienden como fuentes de información a la institución, sus directivos o equipos de trabajo, dejando como medio o canal, el montaje expositivo, mismo que pretende comunicarse y ofrecer información de valor al visitante de la exposición, que se representaría en este esquema como receptor.

Figura 35.

Modelo de Shannon y Weaver aplicado a exposiciones



Nota. Aplicación de modelo planteado por Eilean Hooper-Greenhill, en 1998, dentro del libro "Los museos y sus visitantes", p.64

De forma semejante a los esquemas precedentes, Eilean Hooper-Greenhill recoge el modelo de Shannon y Weaver para adaptarlo a un entorno expositivo, caracterizando cada uno de los elementos del proceso, de entre los cuales reconoce de forma significativa las variables de ruido, que pueden existir en la exposición, aunque cabe señalar que no considera el feedback como método de comprobación de la recepción del mensaje, lo que permitiría validar el correcto flujo de información por el sistema comunicativo en dirección al receptor, es decir, al visitante.

Son muchos los autores que comparten la visión de que una exposición, y en definitiva un museo, puede entenderse como procesos comunicativos, que bien diseñados pueden lograr un aprendizaje significativo en los usuarios, cuya función pedagógica no se deslinda de la comunicativa, misma que se involucra en la creación de los componentes de la exposición, para dar a conocer o exponer algo.

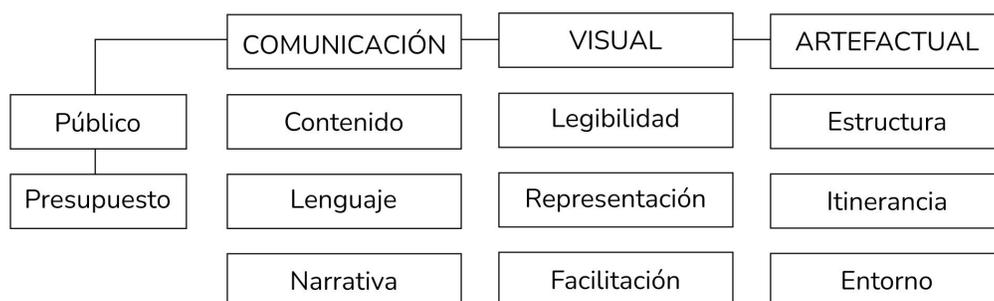
La comunicación visual en el diseño de exposiciones, deberá de atender tanto a la comunicación explícita como a la implícita, para posibilitar la transmisión de mensajes claros y accesibles para la comprensión de los distintos públicos, ya que como señala Locker (2011, p.110), "el diseño gráfico se basa en la combinación de tipos de letra e imágenes para transmitir un mensaje, y puede desempeñar un papel importante en el desarrollo del guión de una exposición".

Para lograr llegar a esta experiencia frente al entorno expositivo se requiere del entendimiento de conceptos y parámetros básicos del diseño gráfico, que permitan la inclusión de los usuarios a la exposición y la facilitación de sus contenidos.

7.2 PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN VISUAL EN EL DISEÑO DE EXPOSICIONES

La parametría de los principales conceptos de comunicación visual que se asocian de forma directa al diseño de exposiciones, se realizó con miras a una experimentación de los entornos expositivos en los que usualmente se presentan contenidos de diseño gráfico. Por lo que, se clasificaron los principales parámetros que se involucran en la recepción de mensaje dentro del proceso de divulgación científica en entornos expositivos, los cuales después de ser analizados, divididos y organizados, quedaron conformados en tres grandes categorías: a) comunicación, los que corresponden al mensaje y al desarrollo del discurso, b) visual, los asociados a la representación y facilitación gráfica, que son permeados desde la legibilidad de los contenidos, y por último, c) artefactual, los elementos que parten del soporte físico. Finalmente se antepusieron dos puntos iniciales a la parametrización, que definen los proyectos de diseño de exposiciones y de museografía desde un enfoque de producción, es decir, desde donde se planea el proyecto, tomando en cuenta “el público y el presupuesto”, dado que, a partir de ambos elementos se definen los recursos y la complejidad de cada parámetro.

Figura 36.
Parámetros de comunicación visual en exposiciones científicas.



Nota. Estructura general de los principales elementos que afectan la recepción del mensaje.

Se destaca la incorporación de los parámetros que delimitan al soporte físico por considerarse determinantes para los proyectos de divulgación científica en entornos de exposición o

museografía. Este aspecto usualmente es obviado dentro de la práctica del proceso de comunicación visual y de la divulgación de la ciencia, pero involucra una sección de gran valor que resulta determinante en el proceso comunicativo, sobre todo si las condiciones no se encuentran dadas o se está ausente.

Posterior a la parametrización se realizó un análisis de conceptos que usualmente se asocian dentro de la práctica de proyectos expositivos y museográficos, en la cual se detectaron nueve conceptos relacionados a los soportes físicos para la exposición de productos gráficos para la divulgación de la ciencia.

Se realizó una revisión de los conceptos “dispositivo y artefacto”, que resultaron los que definen con mayor precisión los soportes que contiene el mensaje de comunicación científica, en el que se consultaron diversas fuentes de información para determinar las diferencias entre ambos conceptos. Encontrando que la conceptualización de dispositivo¹⁶ planteada en el ámbito filosófico, aludía a una relación de poderes coercitiva, que doblaba la voluntad del otro. Esta definición represiva y de control se encuentra dentro de una concepción opuesta a la planteada por el presente proyecto de investigación, por lo cual se abordó la definición de artefacto¹⁷, que desde la etimología latina: “artis” plantea destrezas técnicas y artísticas, y “factus” que determina hechos, proponiendo en su construcción conceptual; “arte-factum”, son objetos, aparatos o máquinas hechas con arte y destreza por un ser humano, mismo que se conforma por conjuntos de piezas, que en su totalidad persiguen un determinado fin.

¹⁶ Definición de dispositivo de Michel Foucault, 1977. Red que puede establecerse entre un conjunto heterogéneo de elementos, que incluye discursos, instituciones, reglamentos, leyes, medidas administrativas, enunciados científicos, proposiciones filosóficas y morales, con una función estratégica concreta e inscrito en una relación de poder.

Definición de dispositivo de Gilles Deleuze, 1990. Máquina para hacer ver y hacer hablar que funciona acoplada a determinados regímenes históricos de enunciación y visibilidad. Estos regímenes distribuyen lo visible y lo invisible, lo enunciable y lo no enunciable al hacer nacer o desaparecer el objeto que, de tal forma, no existe fuera de ellos.

Definición de dispositivo de Giorgio Agamben, 2011. Todo aquello que tiene, de una manera u otra, la capacidad de capturar, orientar, determinar, interceptar, modelar, controlar y asegurar los gestos, las conductas, las opiniones y los discursos de los seres vivos.

¹⁷ La definición de artefacto propuesta por Oxford Dictionary, lo define como un “objeto formado por un conjunto de piezas y fabricado para un fin determinado, en especial el que no constituye una máquina, aparato o dispositivo definido”. De forma semejante, la Real Academia Española, lo define como un “objeto, especialmente una máquina o un aparato, construido con una cierta técnica para un determinado fin”.

Tabla 16.
Conceptos asociados al soporte

Conceptos	Definiciones
ARTEFACTO	Objeto, especialmente una máquina o un aparato, construido con una cierta técnica para un determinado fin.
DISPOSITIVO	Mecanismo o artificio para producir una acción prevista.
MÓDULO	Pieza que se repite en una construcción de cualquier tipo, para hacerla más fácil, regular y económica.
PANEL	Pieza plana, generalmente cuadrangular y de grandes dimensiones.
CÉDULA	Papel o pergamino escrito o para escribir en él algo.
ETIQUETA	Pieza de papel, cartón u otro material semejante, generalmente rectangular, que se coloca en un objeto o en una mercancía para identificación, valoración, clasificación, etc.
FICHA	Pieza generalmente rectangular y de pequeño tamaño, en que se anotan datos generales, bibliográficos, jurídicos, económicos, policiales, etc.
RÓTULO	Letrero con que se da a conocer el contenido de otras cosas.
VALLA	Cartelera situada en calles, carreteras, etc., con fines publicitarios.

Nota. Tabla de conceptos asociados al soporte, definidos por el diccionario de la Real Academia Española.

En función a las descripciones anteriores, se propone la conceptualización del artefacto divulgativo como el objeto o soporte expositivo cuya función es el de operar como herramienta comunicativa del conocimiento científico a los públicos amplios en espacios no formales. Reconociendo que en semejanza a otros conceptos, como el de “dispositivo interactivo”, Hernández lo describe como “un conjunto de elementos geográficos propios de diferentes medios de comunicación: maquetas animadas, mecanismos especiales, imágenes, sonidos, juegos interactivos, microcomputadoras, audiovisuales y video discos” (2011, p.232)

Bajo la anterior concepción, las características primordiales del artefacto divulgativo son, por principio, las cualidades de un producto físico, de manufactura humana, con capacidad de trasladarse de espacios, que son empleados con una búsqueda estética y práctica. Ya que como describe James Fleck (2000), desde el punto de vista técnico los artefactos son realizadores de funciones prácticas, aunque por razones comerciales tienen casi siempre una función estética. La realización de las funciones de un artefacto se cumple mediante su composición, la organización de sus partes y el uso apropiado de su estructura. (p. 248)

7.3 ASPECTOS DE LEGIBILIDAD

Las exposiciones científicas en entornos no formales o informales, a diferencia de las museográficas, no poseen un recinto que garantice las condiciones de una correcta lectura y comprensión de los contenidos, usualmente se desarrollan mediante eventos académicos o culturales que varían de espacios, y con ello, de iluminación, clima, distribución, etc. Si bien, son semejantes los recursos de comunicación visual que pueden utilizarse en ambos escenarios, las diferencias de productos comunicativos en una buena medida se distancian por los soportes que sostienen el mensaje de divulgación.

Para el caso de México, se cuenta con agendas de eventos asociados a la cultura científica, como es la “Semana Nacional de Ciencia y Tecnología”, que en conjunto con diversas actividades expositivas requieren de una comunicación visual eficaz, que dentro de los marcos académicos comúnmente es proveída por carteles, que parten de principios de legibilidad semejantes a los de las cédulas de los museos, sin embargo, las necesidades de exposición derivadas de las cambiantes condiciones en las que se desarrollan las exposiciones, hacen necesario precisar que en la acción comunicativa el divulgador requiere de un apoyo visual, que a su vez requiere de un medio que lo presente.

Partimos del conocimiento de museografía y de diseño gráfico existente, para definir las condiciones óptimas de comunicación visual basadas en las condicionantes de exposición que se tienen dentro de la divulgación científica. Determinando que los soportes visuales son los mediadores de la comunicación científica, ya que acotan las dimensiones y el acercamiento físico de los espectadores.

Al igual que en los museos, las exposiciones de ciencia en espacios públicos buscan plantear un diálogo de los saberes especializados al público lego, pero la diferencia principal entre ambos consiste en la generación de un diseño centrado en el usuario dentro de un entorno inestable lo que no ocurre en el museo, dado que el recinto está generado para garantizar la correcta interpretación de los contenidos y asegurar el tránsito de sus visitantes.

Evaluar el soporte eslabonado a la comunicación visual posibilita la revisión de variables conjuntas como es la legibilidad, que permite reconocer la naturaleza de la recepción del mensaje, ya que el texto de divulgación científica a una altura incorrecta y en un tamaño difícil de leer, no habrá de funcionar. Esta interrelación de variables fue la guía para analizar la parametrización de elementos que conforman la comunicación visual artefactual en las exposiciones de divulgación de la ciencia, encontrando que el eslabón más débil de dicho proceso es la legibilidad.

Por ello, a continuación se desarrollan los principales parámetros de la legibilidad en entornos expositivos, explicando la vinculación existente entre los distintos elementos.

TIPOGRAFÍAS

Las tipografías dentro de su estructura y estilos son un factor fundamental para una correcta lectura de los contenidos de divulgación científica en cualquiera de los productos en los que sea presentada. Según el soporte ya sea impreso o digital, y el producto comunicativo; en este caso carteles y artefactos expositivos, se habrán de ajustar los textos a un conjunto de normas de legibilidad distintas.

Diversos teóricos que han analizado la legibilidad¹⁸ de los textos que se encuentran presentes en los museos (principalmente exposiciones de ciencias), han establecido que las tipografías ideales para el uso en entornos de exposición son aquellas comunes y accesibles a los usuarios, es decir, las fuentes libres que se suelen utilizar en procesadores de textos y en medios de comunicación masiva habituales, como: prensa escrita, televisión, revistas, entre otras.

Estas precisiones de optar por algo habitual y ya legitimado la realizan varios autores como Hooper-Greenhill y Serrell, con el propósito de asegurar una fuente que sea comprensible para el usuario.

Hay que recordar que las posibilidades del diseño dentro del plano real son infinitas y que no existen determinantes cerradas para la producción de contenidos visuales, ya que cada

¹⁸ Para una evaluación aplicada de legibilidad y leibilidad se recomienda revisar la "prueba de legibilidad de Flesch-Kincaid" o prueba nivel de facilidad de lectura de Flesch, que busca conocer la facilidad de comprensión de un documento.

divulgador y diseñador, en conjunto, pueden optar por opciones aparentemente poco viables pero que bajo las condiciones específicas de exposición en las que se desarrollara la divulgación, pueden ser altamente funcionales.

Con finalidades de generar unidad entre los diferentes contenidos que se expongan, se sugiere utilizar una familia tipográfica¹⁹ amplia, que posea una gama de múltiples derivados para facilitar la variación de tamaños, esto permitirá al usuario reconocer los textos diferenciados en un mismo conjunto de información, evitando así la confusión y distracción que puede provocar la falta de continuidad estilística.

Ciertamente es posible utilizar familias distintas de tipografías dentro de los contenidos, esto puede permitir definir contrastes de información, jerarquías de ideas y ofrecer dinamismo en los textos, no obstante, no es recomendable utilizar más de dos fuentes, salvo por necesidades que puedan ser del tipo de textos bilingües o titulares con intencionalidad ornamental. Ya que, el uso de múltiples fuentes puede aparentar desorden de estructura.

ESTILOS DE FUENTES

Algunos elementos que pueden permitir una variada selección de fuentes, son el tipo de público, el espacio y dimensiones en el que serán utilizadas, además de la intencionalidad del contenido. Puesto que, la naturaleza de una fuente para el cuerpo del texto, para una frase célebre, así como para un título largo, uno corto, o un pie de fotografía, habrán de considerarse de manera diferenciada para permitir la comprensión de la información en primera instancia, colocando el juego tipográfico y estético en segundo orden.

Se pueden elegir fuentes sin serifa mientras las características se encuentren en una adecuada proporción, y si se utilizan con serifa se debe garantizar que sean fuentes que posean remates definidos correctamente, que son los que permiten una continuidad en la lectura, para ambos casos hay que evitar fuentes que posean grandes variaciones de tamaños y estructuras entre sí, destacando que es posible utilizar fuentes con y sin serifas, es necesario evitar las fuentes de fantasía, ornamentales y decorativas, que impiden una lectura confortable.

¹⁹ Ambrose-Harris (2009), plantea en el libro Fundamentos de la tipografía, que la “familia tipográfica” agrupa todas las variaciones posibles de un tipo de letra o de fuente específica, esto es, los diferentes grosores, anchos, cursivas (82)... A su vez, el “tipo de letra” es un conjunto de caracteres, letras, números, símbolos y signos de puntuación que comparten un diseño característico (p.56).

Una característica de los espectadores en los museos, pero que es aplicable a las exposiciones de ciencia en espacios no formales e informales, es la que plantea Hooper-Greenhill, 1998, asociada al reconocimiento del espectador como un ente en movimiento continuo, que no es estático como cuando lee un libro (p. 173), lo que implica buscar una conexión con ellos durante el tránsito por los espacios de exposición.

Figura 37.
Ejemplos de tipografías de mayor a menor legibilidad.



Nota. Ejemplificación de tipografías de mayor a menor legibilidad según su diseño.

El uso de negritas en mayúsculas debe considerarse sólo en los titulares o en palabras que deben ser destacadas para facilitar la comprensión de ideas clave, o en elementos de diseño de información que no poseen un cuerpo de texto propiamente. De igual forma, las cursivas sólo deberán ser utilizadas para palabras en otro idioma, o en casos muy específicos. Para los tres casos anteriores, el uso excesivo de negritas, mayúsculas o cursivas puede dificultar la lectura, resultando cansando para el espectador, por lo que se sugiere evitar su uso en el cuerpo del texto, manteniendo un estilo constante con jerarquización tipográfica en función a los niveles de información.

TAMAÑOS DE LETRAS

El tamaño de la letra debe considerarse para ser leído a una distancia de 100 centímetros entre la persona y el soporte, no obstante, Kennedy recomienda el prototipado en dimensiones reales para evaluar la legibilidad. A su vez, Denver y Carrizosa, 1999, definen que el tamaño de la letra debe ser de más de un centímetro de altura para garantizar una adecuada lectura, no

sólo para “escanear” el texto, mientras que para Kennedy (1990, p.65) el texto debe establecerse en un tipo de letra de 18 a 30 puntos, según el tipo de letra elegido.

Dentro del cuerpo principal, Gundogan plantea el uso de tamaños de 24 puntos para el texto (2016, p.70). mientras que Tullio Rossi sugiere que en carteles se utilicen 36 puntos para el cuerpo del texto.

Figura 38.
Variaciones de tamaños de letras

1 cm. | **Texto** | 7.6 mm.

Tipografía: **Arial (39 puntos)**
Tamaño de mayúsculas: **1 cm.**
Tamaño de minúsculas: **7.6 mm.**

1 cm. | **Texto** | 6.6 mm.

Tipografía: **Times New Roman (42 puntos)**
Tamaño de mayúsculas: **1 cm.**
Tamaño de minúsculas: **6.6 mm.**

Nota. Ejemplos de variaciones tipografías con escalas de medición aproximadas.

A partir de la figura anterior, se pueden establecer las variaciones de tamaños entre los tipos para minúsculas y mayúsculas según las familias tipográficas, así como las diferencias de puntaje para alcanzar la altura medida en centímetros. Por lo que hay que establecer la altura a partir de las dimensiones generales del gráfico que se exponga, así como de la distancia de lectura para proporcionar la legibilidad adecuada.

LONGITUD DE LA LÍNEA

Todos los parámetros de legibilidad se interrelacionan con los aspectos comunicativos y visuales, así como con los del soporte que los posea, lo que impide generar fórmulas únicas e infalibles. Pero en todos los casos, se debe reconocer que el tránsito del espectador por una exposición de ciencia, tanto en entornos formales como informales es de corta duración, y por ello, los contenidos deben ser concisos y simplificados.

La longitud del renglón o de la línea de texto, deben ser oraciones cortas para evitar que la información salga del campo de visión del espectador o que se encuentre en los límites de ésta, lo cual impide un lectura cómoda y por tanto llamativa. McLane propone como una

fórmula estándar para la longitud de línea de 40 a 50 caracteres por línea. Después de unos 50 caracteres, incluida la puntuación y el espacio entre palabras, el ojo tiende a perder su lugar y saltar de una línea a otra. Además, para mayor claridad, evite los guiones al final de las líneas de texto. (1993. p.113).

Por su parte Jeff Kennedy (1990), plantea un promedio de 45 a 50 caracteres por línea, o un máximo de 10 palabras por renglón. Mientras Hooper-Greenhill (1998) afirma que la longitud de las líneas no debe rebasar los 45 caracteres (entre 8 y 10 palabras) y, asegura, no es imprescindible justificarlo. (Citado en Ramírez, S., 2016, p.120)

CANTIDAD DE PALABRAS

Respecto a la cantidad de texto dentro de una cédula informativa, cartel o artefacto expositivo, *J. Paul Getty Museum* propone que los titulares posean 30 caracteres aproximadamente y un máximo de 200 palabras dentro del cuerpo de texto, mientras que para información de objetos se sugiere de 30 a 100 palabras en un formato menor al del cuerpo del texto, recordando que a menor cantidad de luz se requerirá mayor contraste o aumentar los tamaños de las tipografías, para mejorar la legibilidad.

Según el Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa, cada línea de panel o etiqueta tendría que tener entre 30 y 72 caracteres. Es decir, un mínimo de 5 o 6 palabras y un máximo de 12. (2006, p.7).

Los artefactos expositivos, fuera y dentro de entornos museográficos funcionan para explicar los contenidos, para proporcionar una contextualización temática, para dar continuidad, pero también para dividir secciones temáticas, e incluso son útiles para separar los espacios, en función de dirigir al público a una adecuada comprensión de las exposiciones. Por ello se deben indicar los principales puntos de interés, para propiciar que el usuario continúe leyendo la información a la par que simplifique una rápida comprensión de los contenidos.

Tabla 17.
Principales cédulas interpretativas.

Principales tipos de cédulas interpretativas	Propósito	Número de palabras
TÍTULOS DE LA EXPOSICIÓN	Para llamar la atención Para informar sobre el tema	1-7

	Para Identificar	
TEXTOS INTRODUCTORIOS	Para presentar la gran idea Para orientar a los visitantes al espacio.	20-300
TEXTOS DE GRUPO	Interpretar un grupo específico de objetos. Para introducir un subtema	20-150
TEXTOS DE SUBTÍTULOS	Para interpretar objetos, modelos, fenómenos individuales	20-150

Nota. Beverly Serrell en 1996, plantea los principales propósitos, cantidad de palabras en cédulas interpretativas en los museos dentro en su propuesta "Exhibit Labels: An Interpretive Approach".

Según Beverly Serrell, la gente lee de "doscientos cincuenta a trescientas palabras por minuto", y "el cerebro humano sólo es capaz de retener siete unidades de información con margen de dos hacia arriba o hacia abajo" (Citado en Hooper-Greenhill, 1998, p. 180), por lo cual recomienda Ramírez, que una exposición esté dividida únicamente en esa cantidad de partes, es decir, siete conceptos (2016, p.120), a la par, *J. Paul Getty Museum* sugiere definir de uno a tres puntos principales a exponer, es decir, fijar el discurso en tres ideas principales en caso de ser parte de un tema mayor a este.

El Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa (2006), afirma que entre más largo sea el texto menos probabilidades tiene de ser leído, ya que los visitantes solo leen un 20% del texto de una exhibición y pasan dos segundos leyendo cualquier texto de un museo, en caso que el contenido no les interese demasiado.

Definiendo con lo anterior, que un texto explicativo dentro de una exposición se encuentre en correspondencia con su propósito, público y dimensiones, se encuentre idealmente en alrededor de las 100 palabras.

ALTURA Y DISTANCIA DE LECTURA

En *Planning for people in museum exhibitions*, Kathleen McLane considera que al "diseñar gráficos interpretativos es importante identificar las circunstancias en las que serán vistos, plantea que la información debe ser lo suficientemente grande para poder leerlas estando a una distancia cómoda de ellas, además deben permitir la visualización simultánea por parte de varias personas (...) Las etiquetas deben estar ubicadas para permitir la visualización desde una

variedad de alturas e idealmente, deben ser legibles para los visitantes con discapacidad visual”. (1993, p.112)

Se realizó una revisión documental sobre las medidas antropométricas estáticas de los mexicanos, para evaluar las condiciones de visión que plantean las cédulas explicativas en los museos de ciencias y plantear las condiciones óptimas, tomando como tópico principal de la exploración sobre ergonomía, la altura de los ojos, misma que refiere a la “distancia comprendida del exocantion al suelo, estando el sujeto de pié, con la cabeza orientada conforme al plano de Frankfort”. (Prado et al., 2007, p.23)

En el estudio titulado “Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana”, se presentan diferentes variantes de una amplia recolección de datos de una muestra mayor a ocho mil sujetos entre rangos de edad de los dos a los 85 años, entre los cuales se destacan los siguientes.

Tabla 18.
Dimensiones de niños escolares entre 6 y 11 años.

Edad	6 años		7 años		8 años		9 años		10 años		11 años	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Género												
Peso (Kg)	21.5	22.0	24.1	24.5	27.5	27.7	30.5	31.3	34.3	34.3	41.1	39.5
Estatura (mm)	1167	1175	1215	1225	1270	1274	1320	1335	1393	1377	1454	1434
Altura ojo (mm)	1061	1067	1113	1118	1169	1164	1224	1224	1290	1269	1352	1324

Nota. Datos antropométricos de niños en edad escolar entre 6 y 11 años, retomados de: “Applied ergonomics” Vol.32/4 (2001), “Anthropometric study of mexican primary school children” en las pp. 339-345 y del Centro de investigación en ergonomía de C.U.A.A.D. de la Universidad de Guadalajara a una muestra de 4758 personas, de las cuales 2387 es población femenina y 2371 masculina.

Tabla 19.
Dimensiones de jóvenes adolescente entre 12 y 17 años.

Edad	12 años		13 años		14 años		15 años		16 años		17 años	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Género												
Peso (Kg)	43.9	41.1	48.0	48.9	52.1	54.6	52.4	62.8	56.0	63.1	56.3	64.0
Estatura (mm)	1495	1476	1538	1540	1552	1604	1580	1701	1591	1696	1581	1702
Altura ojo (mm)	1389	1366	1425	1427	1499	1492	1465	1579	1479	1574	1470	1585

Nota. Datos antropométricos de jóvenes adolescentes de 12 a 17 años, de la zona metropolitana de Guadalajara con una muestra de 1640 personas, de las cuales 793 eran población femenina y 847 masculina.

Tabla 20.

Dimensiones de jóvenes estudiantes.

Edad	Jóvenes estudiantes			
	18 años		19-24 años	
Género	F	M	F	M
Peso (Kg)	53.6	67.2	54	64.9
Estatura (mm)	1574	1707	1586	1708
Altura ojo (mm)	1468	1588	1482	1588
Altura sentado	840	891	840	890

Nota. Datos antropométricos de jóvenes estudiantes entre 18 y 24 años de edad, con una muestra de 481 personas, de las cuales, la población femenina fue de 278 y la masculina de 203, la muestra es perteneciente a la zona metropolitana de Guadalajara.

Tabla 21.

Dimensiones de trabajadoras en la zona fronteriza de México y E.U.A.

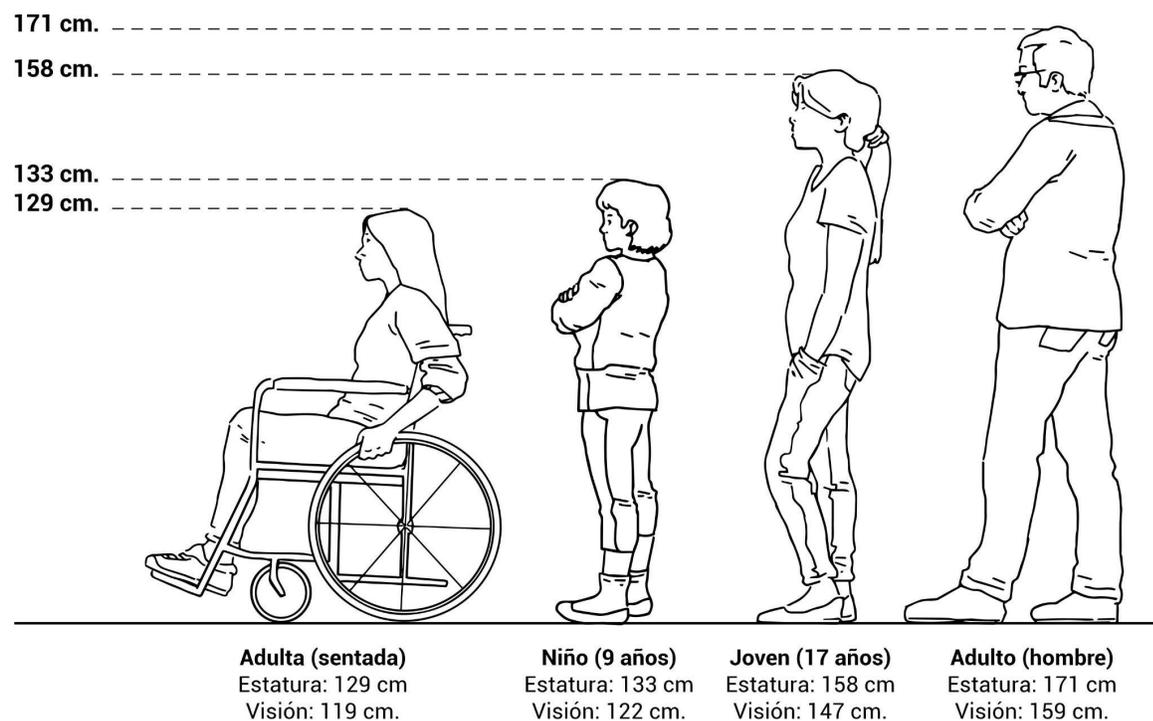
Dimensiones	Mínimo	Máximo	Mediana
Edad (años)	17	39	23
Peso (Kg)	39.4	96.2	58.4
Estatura (mm)	1389	1685	1532
Altura ojo (mm)	1273	1598	1422

Nota. Datos antropométricos de trabajadoras de maquiladora entre los 17 y los 39 años de edad pertenecientes a la zona fronteriza México y Estados Unidos de América, con una muestra de 110 mujeres.

Con las referencias anteriores se analizaron los promedios de la estatura y altura del campo de visión para un público entre los siete y los 65 años, en intervalos que inician con: a) infantes escolares de 7 a 11 años, ya que poseen conocimiento y comprensión lectora, quienes poseen una altura de visión de 123 cm., mientras que para: b) adolescentes de 12 a 17 años, el promedio es de 148 cm., c) mujeres adultas a 148 cm., d) para los hombres adultos es de 158 cm., y, e) personas adultas en sillas de ruedas es 125 cm., planteado con todas las medidas, una línea horizontal que tiene como punto medio de visión, una altura de 145 centímetros para públicos amplios o no definidos. Chedraui, F. (2014, p.30) por su parte plantea, que “las exposiciones van dirigidas usualmente al público adulto. Con base en estas apreciaciones se ha

determinado una altura promedio generalmente aceptada (entre 1.40 y 1.45 m.)”, mientras que Dever y Carrizosa sugieren utilizar 150 centímetros (2010. p.11).

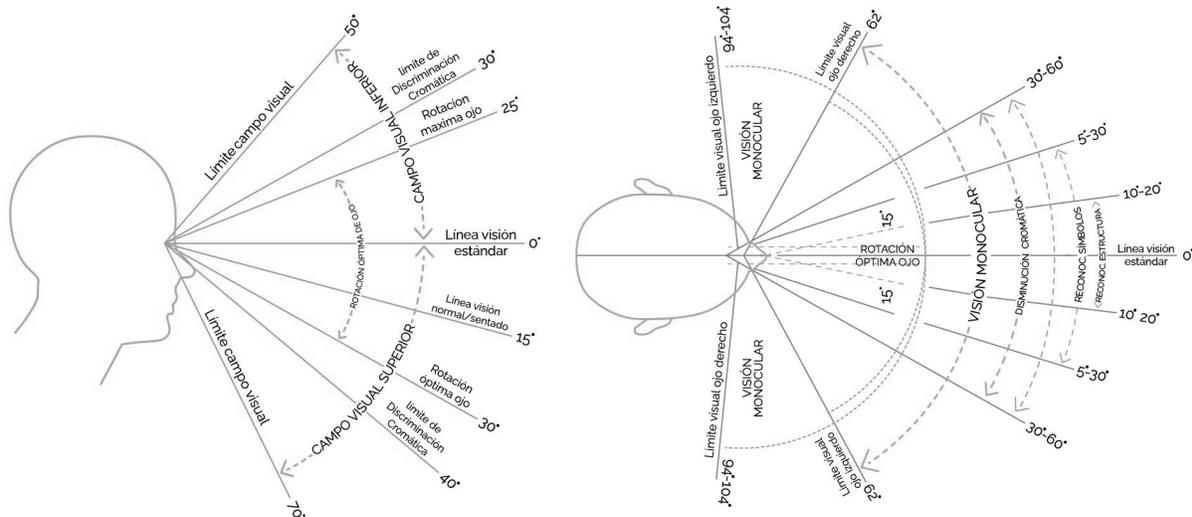
Figura 39.
Estaturas promedio de la población.



Nota. Ilustraciones elaboradas por David Alejandro Pachecho, en 2022

En referente a las alturas de los públicos y sus campos de visión, podemos reconocer que un parámetro confortable para públicos amplios oscila entre 120 a 180 centímetros de altura, es decir, que el contenido debiera estar dentro de este intervalo, y evitar que los límites superiores de la tipografía en la primera línea estén por encima de un metro ochenta centímetros, o por debajo de 120 centímetros.

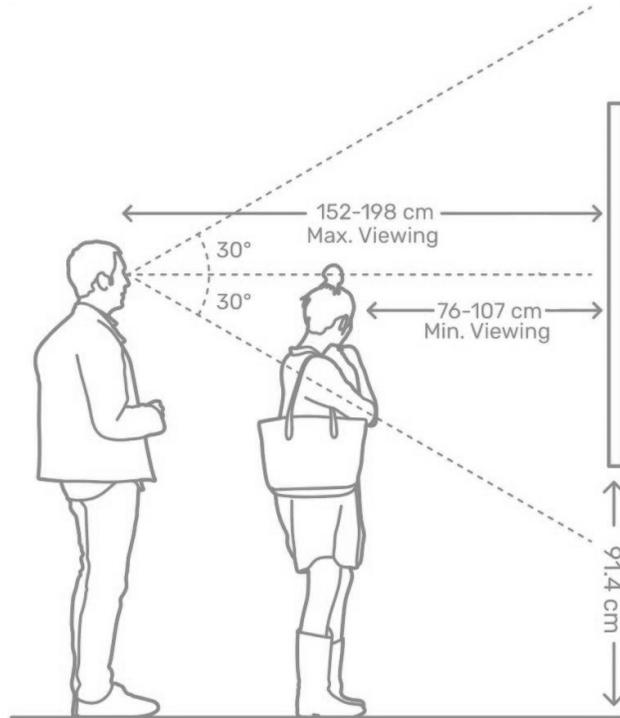
Figura 40.
Campo visual en el plano vertical y horizontal



Nota. Ilustraciones retomadas de las propuestas realizadas por Julius Panero y Martín Zelnik (1979, p.287) en "Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos".

Las medidas del campo de visión se establecen tomando en consideración la distancia de lectura de gráficos, carteles, infografías, cédulas informativas, entre otro tipo de productos expositivos; si tomamos a consideración que el ángulo confortable de visión se encuentra de los 20 grados, a los menos 12 grados de la altura de los ojos, una lectura confortable para públicos amplios es de aproximadamente 120 centímetros con posibilidad de observación simultánea de dos o tres personas al mismo tiempo.

Figura 41.
 Altura y distancia de visión de adultos.



Nota. Ilustración titulada: "Wall Art", obtenida del sitio web: dimensions.com, ubicada en la categoría de "Humans" y subcategoría "Looking".

Dever y Carrizosa (2010, p.11) proponen para las exposiciones dirigidas exclusivamente al público infantil tener en cuenta las edades y de acuerdo con ello colgar los objetos 8 ó 10 cm por debajo de la estatura promedio y de ahí hacia abajo.

Tabla 24.
Distancia y tamaño de la tipografía

Tipo de texto	0 a 1.5 m	1.5 a 2 m	9 m	18 m
TÍTULOS	72 puntos	96 puntos	348 puntos	576 puntos
ENCABEZADOS	48	72	288	480
CUERPO DE TEXTO	24	40	192	348
OBJETUALES	18	21	---	---

Nota. Tabla de distancias en relación al tamaño de la tipografía, propuesta por Silvia Álvarez Lozano, 2019.

Para obtener una lectura funcional por parte del espectador, y con base en la relación del tamaño de letra y la distancia de lectura, Álvarez (2019) indica que "es indispensable que la información que se presenta en una exposición tenga una tipografía con puntaje que pueda

leerse sin ninguna complicación, así como estudiar las alturas donde se coloca esta información” (p.10).

7.4 CONDICIONES ÓPTIMAS DE LEGIBILIDAD

La comunicación visual en los entornos expositivos se compone a grandes rasgos, de dos elementos: textos e imágenes. Las recomendaciones de los diferentes teóricos de la museografía proponen que ambos elementos se presenten en igual proporción o en 60-70% imagen y 40-30% textos.

En el diseño de exposiciones se deben incluir los aspectos del formato editorial como el espaciado entre líneas, que tiene como finalidad apartar el descanso suficiente entre renglón y renglón para continuar leyendo, en el caso del espacio de palabras e interletrado se sugiere no alterar las condiciones de los tipos para evitar deformaciones, mientras que el espaciado entre líneas (interlineado) se promueve que sea de 1.5 en párrafo alemán, que no posee sangrías y ofrece una buena lectura en párrafos justificados o alineados a la izquierda para propiciar que la mirada cambie de línea sin dificultad, otros elementos que pueden ser revisados dentro del formato editorial son: los títulos, los márgenes y separaciones entre otros.

El principal producto utilizado en las exposiciones de ciencia y tecnología son carteles en los que se coloca información temática, infografías y representaciones visuales. En ambientes académicos, los carteles suelen estandarizarse en dimensiones de 90 por 120 centímetros para eventos asociados a la investigación científica, dichas dimensiones pueden ser reducidas a la mitad de este formato y continuar siendo efectivas. Pero se debe considerar el cono de visión por alturas del público objetivo.

Tabla 23.

Presupuestos conceptuales de parámetros de legibilidad

#	Parámetros de legibilidad	Presupuesto de condiciones óptimas de legibilidad
1	CANTIDAD DE TIPOGRAFÍAS	Uso de una o dos familias tipográficas amplias.
2	ESTILOS DE FUENTES	Combinar títulos y textos “con y sin serifas”.
3	TAMAÑOS DE LETRAS	Cuerpo del texto de 1 cm. (40 puntos aprox.), para titulares se amplía de 100 a 400 por ciento.
4	LONGITUD DE LA LÍNEA	Máximo 40 palabras por línea de texto.

5	CANTIDAD DE PALABRAS	Máximo 150 palabras por cuerpo de texto.
6	ALTURA DE LECTURA	Contenido entre el límite superior al inferior de 180-120 cm.
7	DISTANCIA DE LECTURA	Consideraciones de 100 a 150 cm. con 2 o 3 espectadores simultáneos.

Nota. Síntesis de parámetros de legibilidad para exposiciones científicas presentados en condiciones óptimas.

Aunado a las categorías anteriores, las exposiciones también pueden ser catalogadas según el criterio espacio- temporal, siendo las permanentes y temporales propias de los museos y ampliándose a itinerantes, móviles y portátiles para el caso de las que se analizan en el presente estudio. Mismas que pueden definirse como: “itinerantes aquellos proyectos temporales que recorren durante un tiempo distintos espacios”. (Ochoa, C. Et al, 2017, p.10), mientras que las exposiciones portátiles “se deshacen al término de su función y estas, por su pequeño tamaño, diseño integrado y facilidad de instalación y transporte están siempre en disposición de ser de nuevo instaladas en otros espacios diferentes. A su vez las exposiciones móviles son las que están construidas y se mantienen con independencia de los espacios” (Fernández y García, 2010, p.1)

Derivado de lo anterior, al analizar las características de los soportes expositivos se detectaron tres categorías, que se agruparon en: a) estructura, b) itinerancia y c) entorno. Los parámetros del tipo estructural corresponden a las necesidades de uso del artefacto, su funcionalidad y selección de materiales, en correspondencia con las limitaciones presupuestales, mientras la categoría de itinerancia, plantean la portabilidad, logística de instalación y desmontaje, así como la transportación. Por último, los parámetros del entorno obedecen a la previsión de áreas de incertidumbre y posibles factores de ruido, como la iluminación, clima, superficie, tomas de luz, distribución y ambiente.

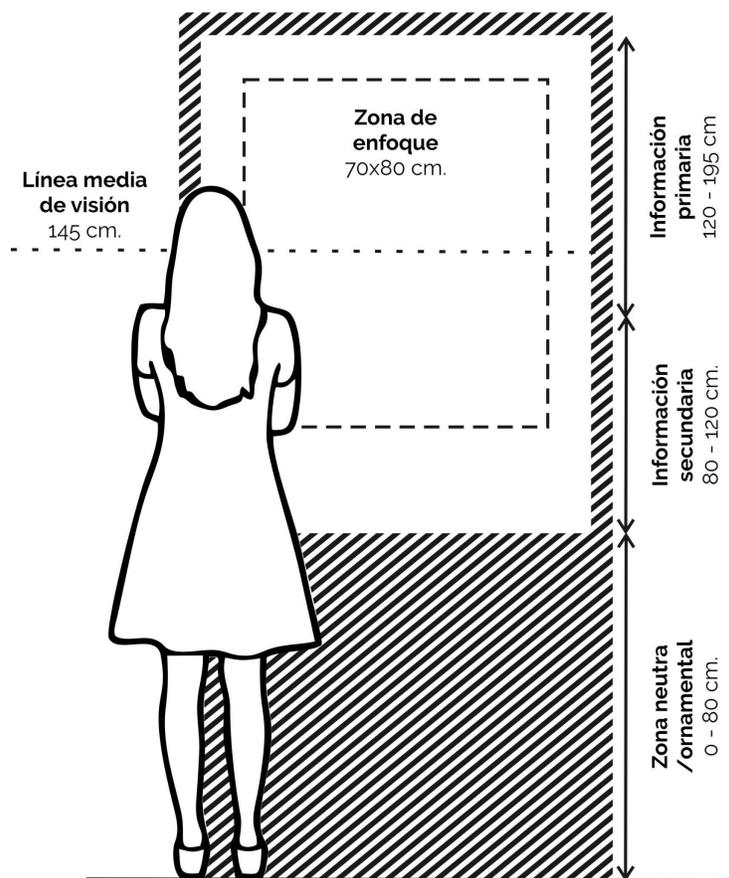
El diseño ideal de un artefacto divulgativo debe considerar las necesidades del usuario en dos vías: el usuario espectador y el usuario divulgador. Se que debe tener en cuenta la portabilidad en relación a las disposiciones de traslado, procurando ser autoportante, utilizando la cantidad mínima de piezas posibles y con uniones de ensamble rápido para facilitar la instalación.

Del análisis de los criterios anteriores, se plantea que para garantizar una correcta legibilidad de los productos comunicativos en exposiciones de divulgación científica, se requiere reconocer

las condicionantes del soporte o artefacto como medio físico del mensaje. Para lo cual se propone definir la línea horizontal (aproximadamente a una altura de 145 cm. por encima del piso), que enmarca el campo visual del espectador y dividir el artefacto en tres zonas de visualización para jerarquizar la información.

Figura 42.

Jerarquización de información en estructura expositiva.



Nota. Ilustración de referencia la distribución de información y las dimensiones a considerar en los artefactos expositivos.

Seccionado el soporte de superior a inferior, las divisiones deben establecer inicialmente la información primaria, posteriormente la secundaria y por último, una zona neutra que también puede ser ornamental, que en ningún momento deberá poseer contenido prioritario. Dentro de las secciones de información primaria y secundaria, se encontrará la zona de enfoque, que cambiará dependiendo de las dimensiones espaciales con las que se cuente, pero siempre se debe considerar que la información textual, ya sea en cajas de textos o en infografías, habrá de ajustarse a una relación de altura y amplitud del espacio físico.

7.5 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE LA COMUNICACIÓN VISUAL

Definir la comunicación visual en un museo requiere de reconocer y analizar los contenidos que en este se encuentran, por lo que se categorizaron los elementos de comunicación visual que conforman el proceso de divulgación de la ciencia en los museos, se determinó el uso del análisis de contenido, con la finalidad de realizar una revisión de los elementos de comunicación visual existentes en los entornos museográficos de Baja California.

Las definiciones más populares del análisis de contenido inician con Bernad Berelson en 1952, quien lo plantea como, “una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación con el fin de interpretarlas” (p.18), mientras Klaus Krippendorff en 1990, la describe como: “una técnica de investigación destinada a formar a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto” (p.28), si bien, existen un sin número de autores que han generado definiciones al respecto, usualmente estas versan sobre los mismos principios de aplicación que proponen ambos autores, una de las características principales para este estudio es que la técnica fortalece las inferencias y deducciones del investigador, mismas que legitiman el conocimiento producido al develar la carga simbólica existente en los conjuntos y patrones contenidos en los documentos.

Como bien apunta Domínguez, el análisis de contenido “como método, implicaría la adopción de una visión interpretativa, que aprovecharía su potencialidad en el procesamiento y análisis de datos. Como técnica (...) trasciende lo manifiesto, para centrar la observación también en lo tácito de la comunicación (2019 p.2 y 3). Describir las características que se involucran en los discursos y dar una comprensión al marco de contexto sociocultural en que se presentan dichos documentos, permite poner el foco en la sección intermedia del proceso comunicativo, correspondiente al mensaje.

Cabe aclarar que el presente análisis no profundiza en el fenómeno de la recepción comunicativa, ya que los estudios de recepción poseen características de otra naturaleza y se enfocan en el mensaje de manera estructural, además de la identificación de los elementos de comunicación visual que componen el mensaje, se separa de las técnicas que describen la

realidad formal y la profundidad interpretativa del lenguaje, para los cuales existe el análisis lingüístico, documental, textual, de discurso o semiótico.

El análisis de contenido se realizó a las cédulas explicativas y dispositivos informativos existentes en los museos de ciencia del estado de Baja California, México, siendo documentos de carácter icónico, que incluyen fotografías, diapositivas, gráficos, textos, entre otros recursos; dicha descripción se basa en las cuatro categorías que plantea López y Domínguez-Gómez, sobre los tipos de documentos que se suelen utilizar en los análisis de contenido: impresos, de carácter icónico, sonoros y verbo-icónicos, o dicho de otro modo: textos, imágenes, vídeos o audios. A lo anterior se suma la perspectiva teórica de la *bildwissenschaft*, que retoma el presente estudio, en el que la imagen se comprende como un documento en sí mismo y que puede involucrar información textual y representaciones visuales a la par, producidas para la comunicación masiva desde el diseño gráfico.

Unidades de análisis

Las unidades de análisis se derivan en tres tipos que determinan la recolección de información y la reflexión sobre el mensaje, el contenido, el estilo y la tendencia comunicativa, por lo cual es relevante partir de la óptica de Hernández (1998), que propone ver al museo como un espacio que es en sí, un proceso de comunicación que se ofrece desde un lenguaje signifiante; y lo caracteriza de la siguiente forma: “en un primer lugar, el museo, a través de su propia estructura se convierte en el medio o emisor del mensaje de los signos, propio de la sintaxis. En un segundo momento, el museo trata de ofrecernos una serie de contenidos bien organizados que forman la base discursiva y semiótica del mismo; es decir, el museo pretende comunicarnos algo y, para ello, se sirve de la semántica, donde tienen lugar las relaciones entre signos y objetos. Y por último, el receptor o público trata de dar sentido al objeto, interpretando su significado y aplicándolo a la situación cultural que se mueve, propio de la pragmática, dándose una relación entre los signos y el público”. (p.22)

El diseño de investigación para el análisis de contenido es descriptivo tiene por objetivo la revisión y categorización de elementos de comunicación visual que se encuentran en los espacios museográficos de ciencias en Baja California.

Unidad muestral

La delimitación de las unidades muestrales, como bien sintetiza Krippendorff (1990), son “aquellas porciones de la realidad observada, o de la secuencia de expresiones” (p.82), para este caso comprende a las salas permanentes de los museos de ciencia de Baja California: 1) el museo “Sol del Niño” ubicado en Mexicali, 2) “El Trompo” en la ciudad de Tijuana, y por último, 3) “El Caracol” en la ciudad de Ensenada. Si bien, el universo de este estudio agrupa los tres museos de ciencia del estado de Baja California, las salas permanentes en cada caso posibilitan una representación significativa de las exposiciones de divulgación de la ciencia y la tecnología mediante una muestra estratificada.

Tabla 24.

Unidades de muestreo del análisis de contenido

Universo	Unidad muestral
MUSEO SOL DEL NIÑO	Sala permanente: “más allá del cielo”
MUSEO CARACOL	Sala permanente: “de la tierra”
MUSEO EL TROMPO	Sala permanente: “integra”

Nota. Del universo que comprende los tres museos de ciencia del estado de Baja California se define una sala permanente como unidad muestral, sumando tres en total.

Las unidades de contextos fijan límites a la información contextual que pueden incorporar la descripción de una unidad de registro. Demarcan aquella porción del material simbólico que debe examinarse para caracterizar la unidad de registro.

Unidades de registro y de contexto

Las unidades de registro representan, a grandes rasgos, los principales tópicos a examinar en el análisis de contenido, estas agrupan a las unidades de contexto que a su vez catalogan la información de manera pormenorizada para cada porción informativa, conservando en todo momento la dependencia entre ambas. Domínguez señala que las unidades de registro, “suelen agruparse en categorías, bajo criterios coherentes con nuestros objetivos de investigación. A estas categorías se las define con un determinado código, por lo que se denomina proceso de codificación. El proceso de registro y codificación es un elemento crucial del análisis de contenido” (2019, p.7). A su vez, Krippendorff, indica que las unidades de contextos “fijan límites a la información contextual, que pueden incorporarse a la descripción

de una unidad de registro. Demarcan aquella porción del material simbólico que debe examinarse para caracterizar la unidad de registro”. (1990, p.85)

Tabla 25.

Unidades de registro y de contexto.

Unidad de registro	Unidad de contexto
TEXTOS	Tipografías (estilos y familias), tamaños y cantidad de palabras.
VISIBILIDAD	Altura del título, longitud de líneas (o ancho de caja de texto) y distancia de lectura
COLORES	Gamas cromáticas y contrastes.

Nota. Separación e identificación de las unidades de análisis desglosadas en las unidades de registro y las unidades de contexto correspondientes a las anteriores.

El análisis de contenido se realizó con un guión que considera la descripción de las unidades de registro a grandes rasgos, para posteriormente analizar cada unidad de contexto, desde las variables cualitativas de los principales elementos de comunicación visual que se manifiestan en las salas de exposición de los museos de ciencias ubicados en el estado de Baja California.

Sistema de categorización

Se desarrolló un sistema de categorización, que también es conocido como de: codificación, que considera todos los elementos de comunicación visual que se encuentran presentes en las cédulas informativas de las salas de exposición, definiendo la clasificación de los elementos por orden temático, para descomponer los datos brutos en conjuntos organizados, tal como lo aclara Bardín, que define: “la categorización es una operación de clasificación de elementos constitutivos de un conjunto por diferenciación, tras la agrupación por género (analogía), a partir de criterios previamente definidos” (2002, p.90), por su parte Slater (1998) señala que, la mayor parte del rigor del análisis de contenido clásico se basa en la estructura de las categorías utilizadas en el proceso de codificación, ya que las categorías deben ser aparentemente objetivas y escribir fielmente lo que contiene el texto o la imagen. (Citado en Ruiz del Olmo, 2019, p.4)

La clasificación plantea un análisis estructural que agrupa los elementos que pertenecen a los principales factores que participan en la comunicación de una visita al museo, por medio de un

análisis categorial que realiza una descomposición temática de la información para el estudio de las formas subyacentes. Dando por resultado un sistema de clasificación sistemático.

7.6 UNIDADES DE REGISTRO

Las cédulas informativas son esenciales en las salas de exposición de museos, ya que permiten que el usuario tenga un mejor entendimiento del funcionamiento de los dispositivos interactivos y una contextualización de la temática presentada, En la unidad de registro correspondiente a los “Textos”, se analizan como unidades de contexto: las tipografías utilizadas, los tamaños en los que se presentan y la cantidad de palabras que existen en las cédulas informativas.

Cada museo posee su propia identidad gráfica, y las tipografías de las cédulas informativas no necesariamente coinciden con las plasmadas en los logotipos de las instituciones, a continuación se enlistan las tipografías de los logotipos para la revisión de correspondencia con los usos de las tipografías en la comunicación visual de los proyectos museográficos.

Tabla 26.
Tipografías utilizadas en la identidad de los museos.

Museos	Tipografía principal	Tipografía secundaria
SOL DEL NIÑO	ABCDEFGFG <i>Futura P Extra Bold</i>	abcdefg <i>Gill Sans Bold</i>
CARACOL	ABCDEFGFG <i>Technica Semi Bold</i>	ABCDEFGFG <i>Bw Seido Round Regular</i>
TROMPO	ABCDEFGFG <i>Chalet New York 1970</i>	ABCDEFGFG <i>Mazzard Soft H Regular</i>

Nota. Tipografías principales y secundarias utilizadas en los logotipos de los museos de ciencia de Baja California.

Museo Sol del Niño

Para el caso de la unidad muestral correspondiente al museo Sol del Niño se revisaron 55 cédulas informativas, cuya dimensión mínima es de 20x12 cm, y la máxima de 5x2.5 metros. En algunos casos los textos se ubican a una altura mayor del alcance de visión de los niños, por lo cual requieren del apoyo de un adulto para visualizar la información.

Se detectaron 16 diseños distintos en las cédulas informativas, mismos que fueron catalogadas por grupos de semejanza. Uno de estos grupos aborda temas de astronomía dentro de cuatro dispositivos interactivos, que se distinguen por tener integradas sus cédulas informativas en tamaño carta sobre la mesa de interacción. En los títulos se utilizan las tipografías “*Futura Pro Medium*” y “*Futura Regular*” en el cuerpo del texto; se hace uso de las fuentes en formato regular sin añadir grosor en encabezados, en cambio se apuesta por un título en un tamaño visiblemente mayor para jerarquizar la información, dando un estilo simple e incluso sofisticado.

La legibilidad de los textos es buena, sin embargo, la cantidad de información que poseen en conjunto con el formato tan reducido, no estimula la lectura, puesto que el puntaje es muy pequeño para ser cédulas con tanta información, cuentan en promedio con 141 palabras cada

una. Los tamaños del título se acercan a dos centímetros y el texto del contenido se encuentra por debajo del centímetro de altura.

Un ejemplo de contraste con el anterior son el grupo de láminas de biografías (colocadas en la paredes del recinto), sobre personajes influyentes de la ciencia, que presentan información básica de los científicos y las aportaciones de sus trabajos, dichas láminas se usan para vestir la sala, sin una asociación clara con las exposiciones que se encuentran en el espacio inmediato, son en impresión de vinil con dimensiones aproximadas de 3 metros de ancho, que utilizan en sus títulos la tipografía “Myriad Pro” en un tamaño de 26.5 cm. de alto, mientras que en el texto se utiliza “Arial Narrow”, con una altura de 20 cm., e interlineado de 5 cm.; con una separación entre el título y la caja de texto de 17 cm., mismas que son en promedio de 222 centímetros de ancho, ambas tipografías son en color blanco mayoritariamente.

Figura 43.
Cédulas de la exposición de “más allá del cielo”.



Nota. Conjunto de cuatro cédulas informativas de dispositivos interactivos en la exposición “Más allá del cielo” del museo Sol del Niño.

Cabe señalar que entre las siete láminas de información biográfica de científicos, se encuentra una del programador y empresario Mark Zuckerberg, que se encuentra desarticulada de las

temáticas del resto de personajes. También es importante señalar que en la lámina correspondiente al físico Miguel Alcubierre Moya, se añade la tipografía “Restore Heavy”, por la asociación temática del científico, misma que no se vuelve a repetir en ningún otro texto.

Figura 44.
Cédulas biografías de científicos.



Nota. Fotografías de seis láminas informativas del museo Sol del Niño, sobre biografías y trabajos de científicos mexicanos e internacionales.

Tabla 27.
Cantidad de palabras en los textos de cédulas biográficas.

#	Nombre del personaje	Disciplina o campos de conocimiento del personaje	Palabras en el texto	Tamaño de caja de texto
1	RODOLFO NERI VELA	Ingeniero mecánico mexicano	96	230 cm.
2	MARIO MOLINA	Ingeniero químico mexicano	105	240 cm.
3	MIGUEL ALCUBIERRE	Físico teórico mexicano	86	240 cm.
4	NICOLAS TESLA	Físico, ingeniero e inventor	82	161 cm.
5	GALILEO GALILEI	Astrónomo, ingeniero y físico	93	240 cm.
6	CARL SAGAN	Astrónomo y divulgador científico	69	240 cm.
7	MARK ZUCKERBERG	Programador y empresario	73	224 cm.

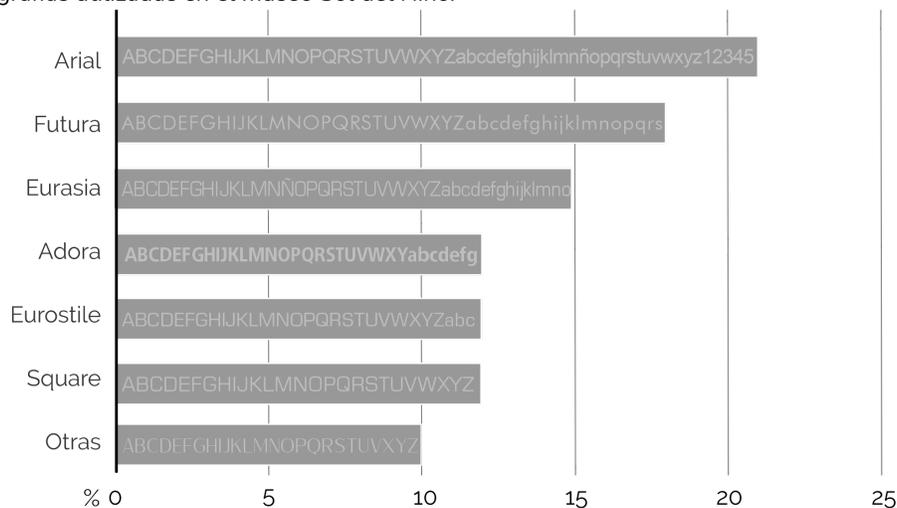
Nota. Desglose de personajes, disciplinas de los personajes de las láminas biográficas junto a la cantidad de palabras.

Los aspectos en común entre las cédulas de biografías son: que en el fondo tienen imágenes o ilustraciones que hacen referencia a las disciplinas en el trabajo de cada científico, una

fotografía de ellos, un párrafo biográfico que también explica la aportación de su trabajo a la ciencia y en algunas ocasiones una frase célebre.

En lo general dentro del museo Sol del Niño, la mayor cantidad de palabras en una sola lámina es de 160, y en la versión mínima es de 21 palabras, siendo el valor que más se repite de 40 palabras por cada cédula; mismas que alcanzan un tamaño máximo de hasta 26.5 centímetros de altura (en los títulos), mientras que el tamaño más pequeño de tipografías está por debajo del centímetro de altura, haciendo que algunos textos sólo por el tamaño y la cantidad de texto destaquen más que otros.

Figura 43.
Principales tipografías utilizadas en el museo Sol del Niño.



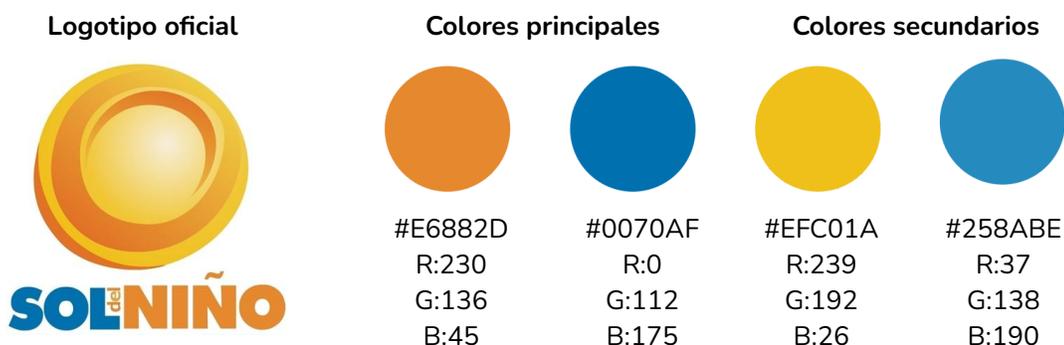
Nota. Familias tipográficas detectadas en las cédulas informativas de la sala principal del museo Sol del Niño.

Los colores de identidad del museo han sido retomados a partir de los utilizados dentro del logotipo, los tres museos cuentan con dos colores principales, y dos o más colores secundarios no declarados de forma oficial en el caso de “Sol del niño” y de “Caracol”; para el caso de “El Trompo” que cuenta con un manual de identidad que parte de un plan maestro, se pega en todo momento a la identidad corporativa, considerando un color para cada sala de exposición.

El museo Sol del Niño tiene por colores principales el naranja y el azul medio. El imago tipo circular presenta esferas interiores de colores que varían entre los naranjas y amarillos, que generan una analogía del nombre del museo y a su vez representan la calidez climática de la ciudad de Mexicali.

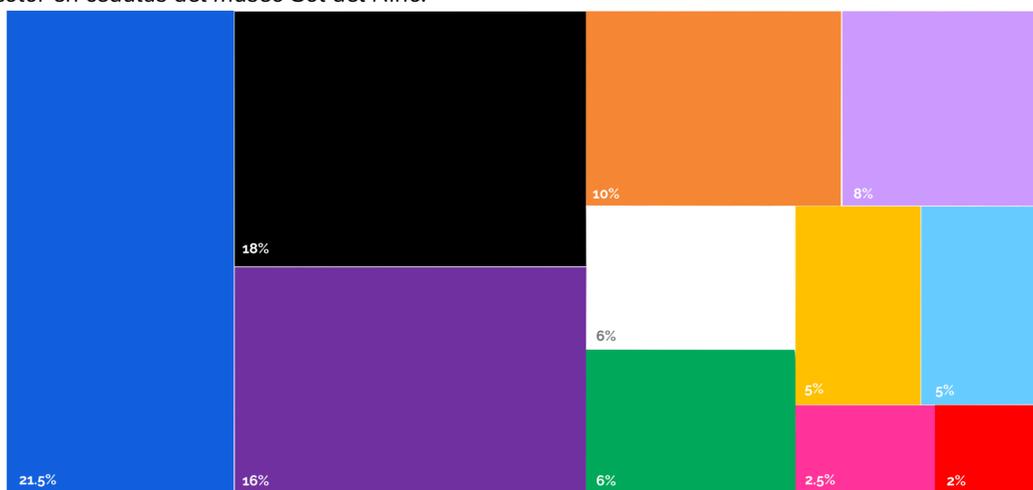
Los colores amarillo, naranja y azul medio del logotipo son predominantes en toda la exposición, pero destacan principalmente en los elementos de gran tamaño como las escaleras y sus barandales, que al conformarse por una estructura expuesta de cuatro niveles, conectan la planta baja con el mirador del “paso de gato”, esta se encuentra en un tercio de la sala principal, y se vuelve un elemento sumamente visible por el gran volumen al interior del edificio, que junto a la “Plaza del sol y el agua”, ubicada al centro de la sala, son por su dimensión los únicos elementos estructurales que generan división en el espacio, mediante los cuales se distribuye transición de los usuarios.

Figura 47.
Logotipo y gama cromática del museo Sol del Niño.



Nota. Definición de gama cromática aproximada e incluida en el logotipo y en los elementos internos de la sala principal del museo Sol del Niño.

Figura 48.
Uso del color en cédulas del museo Sol del Niño.



Nota. Porcentajes en correspondencia descriptiva a los colores principalmente utilizados en las cédulas informativas, explicativas y reglamentos del museo Sol del Niño.

Cabe señalar que los colores al interior de la sala de exposiciones se diversifican en un sin número de variaciones de la gama cromática derivada del logotipo, a los que se suman colores como el rosa y el morado que poseen gran repetición en las paredes y en gráficos de piso. Existen 17 diseños de cédulas diferentes en el museo Sol del Niño.

Museo Caracol

La unidad de muestreo fue la “Sala de la tierra” por ser de exposición permanente, misma que en su interior cuenta con dos salidas de emergencia, un acceso a la sala del mar que está en el espacio contiguo y la puerta de entrada, a la que se accede desde el patio principal. Dentro de la sala, la mayor parte de las cédulas informativas se encuentran suspendidas desde el techo (que es de color negro) con cables galvanizados tensados, que generan recorridos curvos y promueven una ambientación amigable para la lectura y el disfrute del recinto. Los textos de todas las láminas informativas de la sala se encuentran traducidas al idioma inglés, con un fondo oscuro y un color de texto blanco. Las láminas también cuentan con ilustraciones y fotografías representativas del territorio de la Baja.

La sala de la tierra cuenta con aproximadamente 44 láminas informativas, que en algunos casos nos brindan información por ambos lados. Y se ubican en diferentes orientaciones y posiciones del recorrido. Un pasillo del trayecto cuenta con exhibidores iluminados para las láminas de gran formato, siendo un exitoso atractivo visual para el visitante y logrando captar la atención. En el piso de ese mismo pasillo se observan otras cédulas de información en un formato circular, con una cubierta de vidrio al mismo nivel del piso.

Los materiales utilizados en esta sala cuentan con características óptimas para una exposición con unidad en formatos de texto, de materiales, a lo que se suman la calidad, durabilidad y estética adecuada para un museo.

En materia de las tipografías utilizadas en las cédulas informativas del museo Caracol, se señala que ninguna corresponde con las del logotipo, aunque algunas guardan un cercano parecido ya que se detectaron siete fuentes utilizadas en los títulos y siete más en los cuerpos de texto; esto debido a que las células poseen traducción al idioma inglés, representando que de las 14 fuentes utilizadas dentro de la sala de exposición, el 57% se utilicen únicamente para idioma español y el 48% restante para los textos de traducción.

Tabla 28.*Principales tipografías utilizadas en el museo Caracol.*

Idioma	Fuentes de Títulos	%	Fuentes de Textos	%
ESPAÑOL	<i>Bodoni Classico Regular</i>	40	<i>BB Anonym (Pro Normal)</i>	29.5
	<i>Otama Semibold</i>	15	<i>Franklin Gothic Raw Book</i>	13
	<i>Alga Medium</i>	12.5	<i>Bonnie Bay Regular</i>	9
	<i>Linotype Gianotten Light SC</i>	10	<i>Aktifo Aktifo B Medium</i>	7.5
INGLÉS	<i>Cera PRO Italic</i>	12.5	<i>Trivia Sans Bold</i>	28
	<i>Hurme Geometric Sans 4 regular Obl</i>	5	<i>Cacko Italic Ultra</i>	9
	<i>Jazmin Alt Medium</i>	5	<i>Futura ND Alt Medium Oblique</i>	4

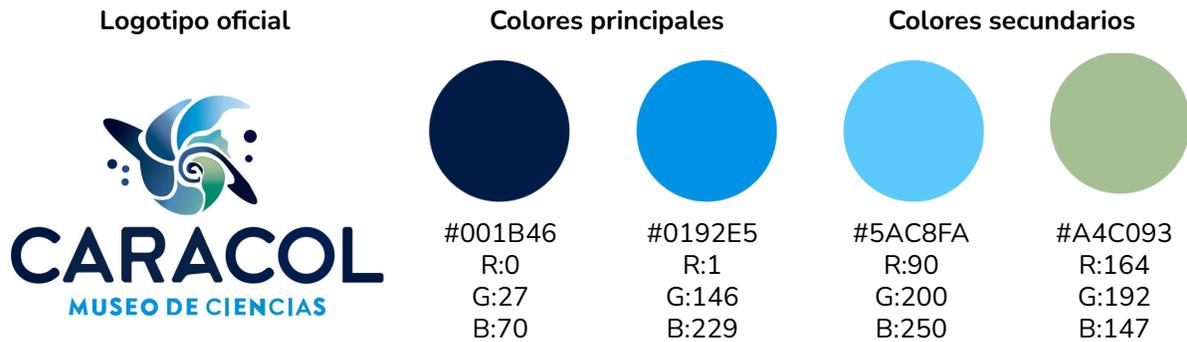
Nota. La tabla presenta una base condensada de las fuentes utilizadas con sus respectivos porcentajes de uso dentro de la sala de exposición.

Dentro del análisis se ha detectado que en las fuentes usadas en los titulares del museo Caracol prevalecen estilos que utilizan serifas, mientras que en las fuentes del cuerpo del texto, se usan fuentes sin serifas, que suelen presentarse en los textos de español en cuatro centímetros de altura, lo que representa el doble de tamaño que los de idioma inglés, que en promedio son de dos centímetros con variaciones muy cerradas de tamaños, que van desde cinco centímetros en las letras más grandes, a 15 mm. en los casos más pequeños.

En cuanto a la cantidad de palabras de las cédulas informativas, coinciden la moda y la mediana en 117 palabras, teniendo como máximo 148 y como mínimo 73 palabras en los textos, evidenciando una estructura regulada inicialmente para la redacción de los contenidos textuales.

Para el caso del museo Caracol, el logotipo que se ha actualizado en el año 2020 posee la representación gráfica de un caracol cuyos colores predominantes son referentes al mar: azul medio y oscuro, con algunos detalles degradados de verde turquesa y algunos círculos pequeños en los laterales como símbolo de las burbujas de oxígeno. En el caso de la "sala de la tierra" los colores principales son en una gama de ocre, en tonalidades cafés y rojizos que se relacionan de forma directa con la tierra.

Figura 49.
Logotipo y gama cromática del museo Caracol.



Nota. Definición de gama cromática aproximada, que define los colores secundarios a partir de los gradientes que se encuentran en el logotipo, y que se utilizan en el portal web institucional.

Pese a que la gama de colores del logotipo está acorde a la identidad del museo; se señala que los colores dentro de la sala de la tierra se encuentran desarticulados, debido a que está precede el rediseño de la identidad gráfica que se generó en el año 2020. También se señala que el 95% de los textos de las cédulas son de color blanco sobre un fondo de color café o negro, que en su mayoría poseen textura, así como fotografías que principalmente refieren a los ecosistemas del estado de Baja California,

Museo El Trompo

La unidad muestral correspondiente al museo El Trompo, fue la sala “Integra”, que se encuentra en la planta baj del edificio y se caracteriza por el color verde que corresponde al logotipo, ya que cada sala del recinto se diferencia por poseer un color distinto. Las tipografías redondeadas, sin remates en los bordes, estilo palo seco, siguiendo la estructura de las formas circulares de la identidad del museo, los textos poseen mayoritariamente una orientación horizontal y en algunos casos radiales o curvos, permitiendo una alusión a la abstracción de la forma de un trompo y el movimiento que realiza durante su trayectoria proveniente de la identidad gráfica del logotipo.

En cada sala del museo los textos informativos se exponen en los paneles donde se encuentran los elementos interactivos y/o de exposición, aunque también en algunos carteles y señalamientos colocados en las paredes o pilares que informan sobre el mantenimiento y cuidado del área. La sala Integra cuenta con 19 módulos de información que se distribuyen en

toda la sala como islas, que a su vez, contienen 29 láminas informativas y 30 dispositivos interactivos.

El contenido de las láminas informativas (o cédulas) son mayoritariamente datos históricos, cifras oficiales, procesos y descripciones de fenómenos científicos, y cuantiosas frases de personajes célebres en la historia de la humanidad.

Los textos están adecuados a los diferentes perfiles de usuarios, utilizando lenguaje y palabras acordes a las edades, tomando en cuenta a los más niños más pequeños tienen acceso a la sala “Experimenta”, que está diseñada para infantes de 0-5 años, en la cual se utilizan símbolos e ilustraciones claras en cada exhibición, siendo de fácil lectura para ellos. Mientras que para los niños más grandes y los adultos se realiza una redacción más técnica, como la correspondiente a la sala “Integra”.

El material de los textos es recorte de vinil adhesivo y se encuentran sobre las superficies de los módulos, que a su vez son de aluminio, en color blanco para proveer de contraste suficiente sobre los colores vibrantes de las superficies de los módulos en las diferentes salas, en algunas ocasiones los textos también están montados sobre superficies rígidas de plástico o acrílico.

A diferencia de los museos Sol del Niño y Caracol, en El Trompo prevalece en todo momento la identidad gráfica perteneciente al plan maestro, que considera como fuente principal: “*Chalet New York Nineteen Seventy*”, misma que se encuentra en el logotipo y se emplea en los textos de las láminas informativas en idioma español, se usa en color blanco, produciendo un contraste con relación al fondo liso de colores vibrantes de gran intensidad. La altura en las letras de cuerpo alto (que puede ser la altura de “H” o de “k”), oscila entre los 4 a los 6.5 centímetros.

Para el caso de los textos traducidos al idioma inglés, la tipografía empleada es la secundaria: *Mazzard Soft H Regular*, misma que resulta semejante a la principal y se aplica en cursivas con un puntaje visiblemente menor a los textos en español, y con colores de menor contraste con el fondo, lo cual permite diferenciar claramente ambos textos, en los que se emplean el color azul turquesa mayoritariamente. Los tamaños poseen intervalos más cerrados a los de idioma

español, que varían entre 2.7 y 3 centímetros de altura, aportando mayor unidad en la composición.

Los textos suelen ser cortos de aproximadamente 19 palabras; al ser principalmente frases célebres relacionadas a los contenidos de la exposición, suelen proponer una promoción por el conocimiento científico, y en un segundo caso se presenta una explicación a los fenómenos. La mayoría se conforman por uno o dos párrafos, en los casos más extensos alcanza 73 palabras por cédula.

Figura 50.
Logotipo y gama cromática del museo El Trompo.



Nota. Definición de gama cromática aproximada e incluida en el logotipo del museo El Trompo, en conjunto con los colores de identidad gráfica que se encuentran en las diversas salas de exposición permanente.

Respecto al color, el logotipo del museo de Tijuana simula un trompo girando, compuesto por dos colores: el verde y el morado, mismos que dan identidad a todo el material promocional tanto físico como digital, ambos colores son los de principal uso en el recinto, en conjunto con el naranja, rojo, azul marino y el turquesa, que se aplican como secundarios.

En tanto al uso del color en las cédulas informativas de la unidad muestral, corresponden a textos blancos sobre fondo verde, que también se combina con el uso del turquesa, esta lógica de uso queda en una correspondencia de aproximadamente el 80% de cédulas a fondo verde y el 20% a fondo turquesa, en la mayoría de los casos el turquesa se utiliza para los textos en idioma inglés.

7.7 ANÁLISIS DE LOS MUSEOS DE CIENCIA

Describiendo los conjuntos analizados de forma cualitativa, podemos señalar que el museo el Trompo tiene una identidad gráfica que evidentemente proviene de un plan maestro que se respeta a cabalidad y se utiliza de la manera correcta, mismo que se evidencia en el uso de colores, tipografías y gráficos auxiliares en todas las salas del museo, por lo que presenta una estética sostenida en sus elementos corporativos.

Mientras que en el museo Sol del niño, debido a que la sala principal del museo incluye artefactos/dispositivos informativos e interactivos con diferentes temáticas por la propia extensión que el espacio posee, la cantidad de textos, colores y elementos en general, por consecuencia, varían de forma importante.

Al no contar con paneles divisores internos en la sala, la información se presentan de manera individual en cada dispositivo, encontrándose hasta nueve fuentes diferentes en toda la sala, sin considerar las variación de cada familia tipográfica, que junto a los diversos estilos de diseño gráfico y de narrativas, evidencian que los artefactos fueron realizados por grupos aislados, dentro de administración diferentes, y por tanto, bajo instrucciones dispares. Ya que no dan continuidad a un estilo y se evidencia mediante la falta de unidad, la nula existencia de un plan de comunicación y/o de identidad corporativa, esto se puede observar también en materiales, colores, textos y diseños utilizados.

La multiplicidad de tipografías afecta en la lectura del usuario ya que puede resultar confusa y desordenada, a lo que se suma; que si bien, en la mayoría de los casos, la legibilidad es correcta, se debe señalar la existencia de textos con un tamaño de los caracteres muy pequeños que simplemente no son aptos para su lectura, esto en relación a la ubicación en la que se encuentran y que en algunos casos la cantidad de texto es mayor a la recomendada, siendo esto algo que juega en contra, ya que la información da una apariencia congestionada al encontrarse de borde a borde.

Bajo la misma línea de revisión es importante mencionar que la información en las láminas no está justificada de la manera correcta, algunos párrafos están completamente alineados a la izquierda mientras que otros están justificados. El tamaño de las cajas tipográficas varía una

tras otra y no se considera respetar el espacio entre éstas, pues de igual manera, se ve modificado.

Para el caso del museo Caracol, un elemento que genera ruido son algunos módulos de exposición que tenían una especie de letrero informativo de papel; si el fin es meramente exponer información se puede pasar desapercibido, pero en conjunto con la sala se pueden sugerir cambios en ello, se pudiese integrar algún polímero, madera o metal con grabado para corregir esos pequeños detalles.

En estas consideraciones, los materiales fueron elegidos para mostrar interacción solamente visual, no se tiene contacto con la mayoría de ellos pero sí que se puede ser más atractivo a la vista y captar la atención que lleva al visitante a leer estos módulos.

Los tamaños y colores en las cédulas son altamente semejantes entre los textos en español e inglés, poseen poco contraste y se encuentran seguidos unos de otros, lo cual interfiere en la lectura de la información ya que la diferenciación entre ambos es muy sutil, generando confusión en su visualización. A lo anterior se suma la falta de contraste de los textos con relación al fondo de los paneles que, en su mayoría, cuentan con fotografías o texturas que impiden una correcta legibilidad.

A partir del conjunto de los elementos analizados por cada museo se recogen las características que describen los parámetros óptimos de legibilidad, para ofrecer una correcta lectura a los usuarios, agrupando los resultados en la siguiente base de datos que compila la información recabada de cada unidad muestral.

Tabla 29.
Condiciones de legibilidad de cédulas informativas en museos.

Categoría	Museo	Cantidad	Máximo	Mínimo	Media	Moda	Mediana
ALTURA DE TEXTOS (desde el primer renglón)	Sol del niño	34	273 cm.	46 cm.	167 cm.	130 cm.	153 cm.
	Trompo	30	319 cm.	79 cm.	188 cm.	205 cm.	200 cm.
	Caracol	40	270 cm.	24 cm.	191 cm.	220 cm.	220 cm.
LONGITUD DE LÍNEAS	Sol del niño	33	220 cm.	14 cm.	66 cm.	70 cm.	64 cm.

(ancho de cajas de texto)	Trompo	30	351 cm.	34 cm.	109 cm.	95 cm.	88 cm.
	Caracol	32	90 cm.	45 cm.	76 cm.	80 cm.	80 cm.
TAMAÑO DE TIPOGRAFÍAS (cuerpos altos)	Sol del niño	30	14 cm.	1.3 cm.	5.3 cm.	1.8 cm.	3.5 cm.
	Trompo	27	23 cm.	2 cm.	7 cm.	8 cm.	8 cm.
	Caracol	30	5 cm.	2.5 cm.	4 cm.	4 cm.	4 cm.
DISTANCIA DE LECTURA (desde el usuario al texto)	Sol del niño	23	332 cm.	50 cm.	160 cm.	80 cm.	167 cm.
	Trompo	30	207 cm.	80 cm.	145 cm.	120 cm.	145 cm.
	Caracol	40	150 cm.	70 cm.	107 cm.	95 cm.	97 cm.

Nota. Base de datos conformada a partir de las medidas registradas de cada uno de los parámetros en el año 2021.

En esta información se observa que las relaciones entre los parámetros óptimos descritos anteriormente y el registro realizado en los museos, es adecuado en la mayoría de los rubros, señalando que las alturas de los textos considerados a partir del primer renglón se encuentran ligeramente por encima del porcentaje adecuado, siendo este de entre 180 a 120 centímetros desde el nivel del piso.

CAPÍTULO VIII

Propuesta de modelo de comunicación visual

8.1 PROPUESTA DE MODELO DE COMUNICACIÓN VISUAL

La propuesta de modelo comunicativo de este estudio representa la estructura de un sistema real, que describe las redes que lo conforman y, a la par, proyecta una visión idónea para efectuar el proceso de comunicación pública de la ciencia en entornos de exposición museográfica, explicando los elementos que intervienen en los procesos existentes y proponiendo desde su versión óptima la generación de un modelo funcional, combinando entonces “un modelo de, cómo un modelo para; es decir, se constituye en un esquema mental de la realidad y, a la vez, en un esquema para actuar sobre la realidad”. (Geertz, 1973, citado en Narváez, 2010, p.11)

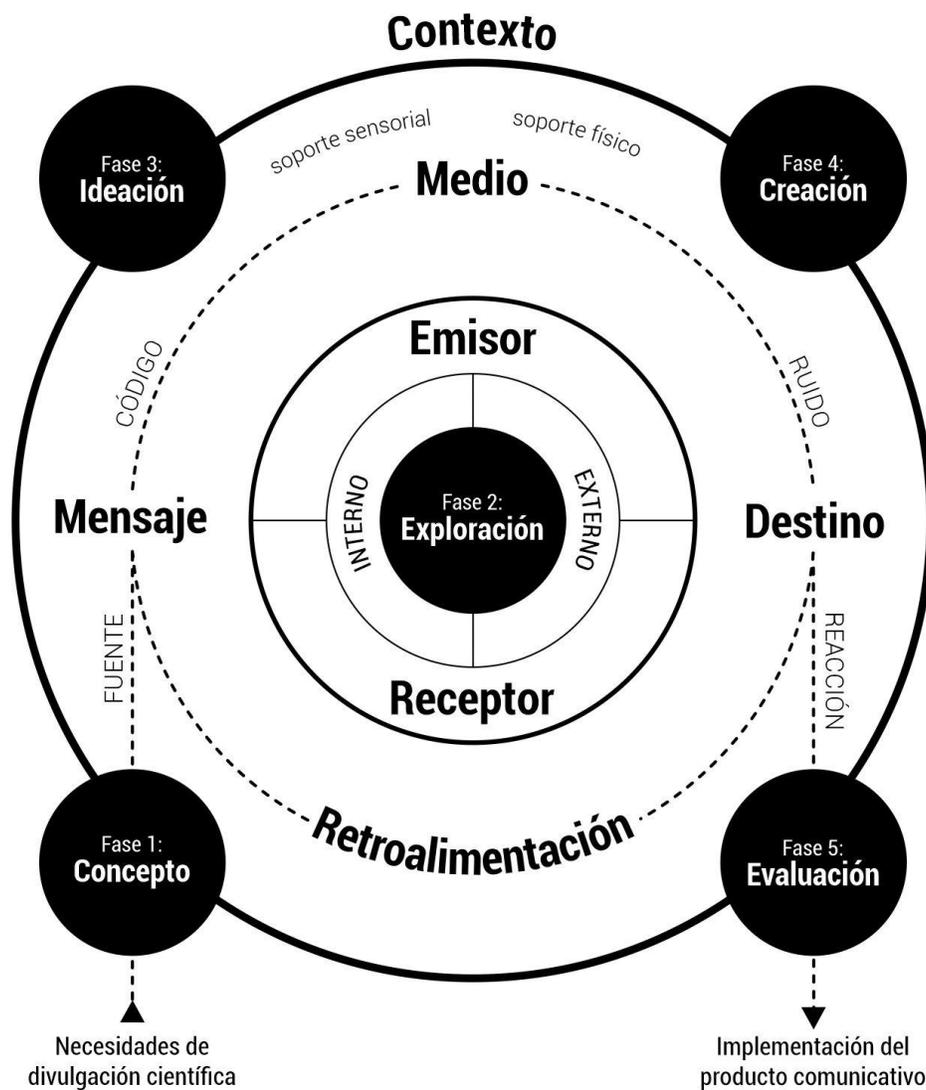
En definitiva, se puede afirmar que no existe un modelo de comunicación general, que consiga explicar todos los procesos comunicativos en los seres humanos. Una vez surgidos los primeros modelos lineales en la primera mitad del siglo XX, los planteamientos conceptuales continuaron evolucionando hasta nuestros días y los estudios de décadas posteriores, aun siendo derivados de esas bases se fueron complejizando y adaptando a nuevas posturas sociales, que usualmente atienden a nuevos medios y formas de comunicación, como es el caso del campo de la comunicación pública de la ciencia, acotada en el presente estudio también como: divulgación científica, aún las reflexiones teóricas continúan siendo insuficientes para dar razón a todos los contextos en los que en la práctica se desarrolla.

El modelo de comunicación visual que se propone en esta investigación, responde inicialmente a las necesidades específicas de divulgar la ciencia en museos, sin embargo, a lo largo del proceso de creación, particularmente en la etapa posterior al experimento de diseño, se descubrió que el modelo es transferible a un sin número de productos para la comunicación pública de la ciencia, aunque mantiene su énfasis en los que refieren al diseño de exposiciones.

Asimismo, se retoman un conjunto de elementos que hacen referencia a las preguntas planteadas por Lasswell-Braddock y a la retroalimentación propuesta por Shannon y Weaver, como también a la concepción de un “emisor interno y externo” propuesta por Luz del Carmen Vilchis, en función a su modelo de comunicación gráfica, que incluye la que participación de profesionales del diseño en la construcción de los mensajes, junto a cliente o emisor externo.

La principal característica del modelo (figura que se presenta a continuación), recae en su fundamento acentuado en el “Pensamiento de Diseño”, mismo que define la forma en la que se relacionan los elementos que lo constituyen. Como lo reconoce Frías (2019, p.47), “combina técnicas heurísticas con procedimientos analíticos, para detectar necesidades y solucionarlas con resultados viables y factibles desde el punto de vista tecnológico”. Esta corriente constituye la estructura general de donde toma forma el modelo y la metodología operativa que lo acompaña.

Figura 51.
Modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia.



Nota. Diagrama del modelo conceptual, para el proceso y desarrollo de proyectos de divulgación científica en entornos expositivos. Elaboración propia, 2022.

A partir de los principios desde donde opera el pensamiento de diseño, se aplica y enfatiza el Diseño Centrado en el Humano, buscando colocar el foco de atención en los públicos (o receptores), pero también en los divulgadores y diseñadores (o emisores), consiguiendo a partir de ahí visibilizar los contextos de todas las partes involucradas, y asumiendo una participación activa en la co-creación de proyectos de comunicación visual para la divulgación científica.

La estructura metodológica que acompaña y plantea una cabal ejecución del modelo de comunicación, promueve como forma de trabajo la iteración constante, en conjunto con los métodos ágiles de diseño, con la finalidad de facilitar la comunicación y el involucramiento de todos los elementos participantes. De forma enlazada, se plantea la evaluación constante durante y después del proceso de diseño, con la finalidad de ajustar y mejorar los productos comunicativos, pero también, para reconocer aciertos y oportunidades.

Se destaca también la afinidad que posee la propuesta con los modelos de comunicación de la ciencia: contextual o de diálogo, que como indica Lewenstein, “los modelos contextuales reconocen que las personas reciben información en contextos particulares, que luego dan forma a cómo responden a esa información (...) también reconocen la capacidad de los sistemas sociales y las representaciones de los medios para amortiguar o amplificar la preocupación pública sobre temas específicos”. (2003, p.3)

Sobre la concepción del modelo contextual de aprendizaje, Alejandra Mosco (2018, p.90) reflexiona que, “podemos al menos acercarnos a dos premisas importantes: asumir la complejidad de cada experiencia y entender la interacción y relaciones de los numerosos factores que hay en un museo y que intervienen en el comportamiento y aprendizaje de los visitantes”.

Finalmente, un diseño de exposiciones para la divulgación de información científica no es necesariamente distinto a uno de otra temática, si este se observa como un producto de comunicación visual, pero, el énfasis de este modelo recae en el formato que soporta el quehacer de la divulgación por medio de una metodología para su aplicación, así como en la argumentación conceptual, que coloca la capacidad comunicativa observada desde la filosofía de la ciencia, así como desde el diseño gráfico, permitiendo la generación de un andamiaje para construir un modelo operativo para la divulgación científica.

PARTICIPANTES DEL DIÁLOGO

Prototipar un modelo de comunicación visual para la ciencia, proyecta una forma de comprender el fenómeno de la divulgación desde los espacios expositivos, que explica el proceso comunicativo, a la par de sugerir nuevos caminos para el desarrollo óptimo de la comunicación pública de la ciencia en formatos visuales.

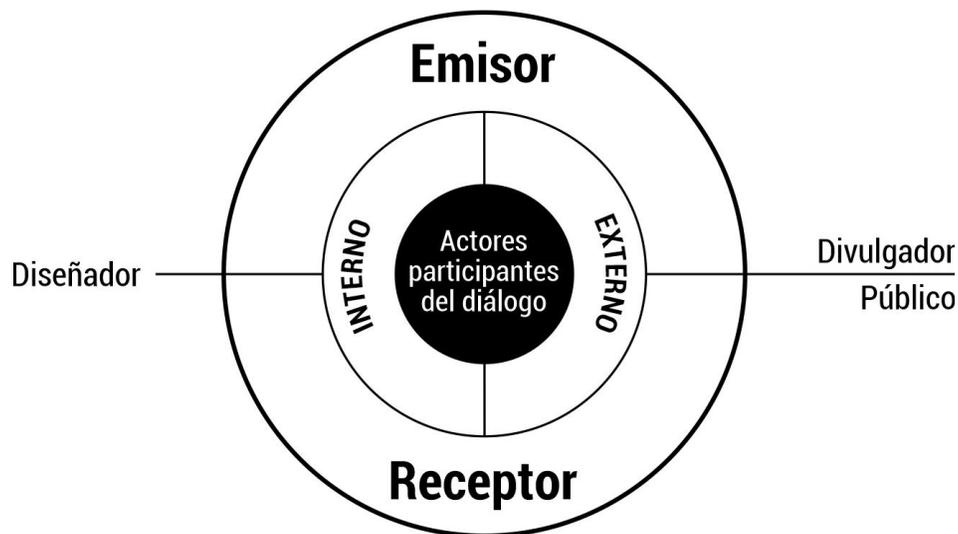
En la gran mayoría de modelos comunicativos se inicia con el elemento que emite o envía una información, o que produce una “señal”, al que comúnmente se le denomina: “emisor”. Este es el elemento que origina el proceso de comunicación, ya sea de carácter interpersonal o masivo, y usualmente es una persona o un grupo que personas, a quienes también se pueden expresar como “fuente”, en referencia al origen donde se produce una información para poner en común, igualmente se puede describir el papel de emisor como el de “codificador”, para destacar la función de conversión de una idea a un conjunto de códigos, por último, se encuentra el concepto de “transmisor”, para caracterizar el envío de información, pero bajo cualquier acepción conceptual, dentro del proceso comunicativo se entenderá a emisor como el productor del mensaje.

De forma semejante, quien recibe la información del emisor, es conocido generalmente como “receptor”, pero también puede plantearse como “decodificador”, para referirnos a quien realiza la lectura de los mensajes; “perceptor” para enfatizar las facultades sensoriales de cada persona, o “destino”, como el último eslabón del proceso de comunicación. Sin embargo, la mayoría de conceptos que describen al receptor suelen asumir una posición relativamente estática dentro del proceso, función que se ha modificado en los planteamientos teóricos de las últimas décadas, donde el receptor no se dedica a recibir el mensaje de forma pasiva.

Tal como menciona Hooper-Greenhill (1998, p.68), “una vez que al receptor se le introduce en el proceso para que desempeñe un papel más activo, todo ese proceso cambia y comienza a romperse, se altera el carácter de línea que tiene. El significado de un mensaje ya no queda definido sólo por el emisor sino también por el receptor”, para ejemplificar lo anterior, se abstrae el fragmento en la propuesta del modelo, que vincula la relación de emisor y receptor, en la figura 52.

A partir de la premisa de que las exposiciones pueden ser consideradas medios de comunicación pública de la ciencia y, por tanto, poseen una función intrínsecamente mediadora entre el público especializado y el público lego, esta propuesta correlaciona a receptores y emisores como actores internos y externos, según la posición en los proyectos de divulgación y en el diálogo derivado del mismo, otorgando un papel activo y entrelazado para ambas partes.

Figura 52.
Fragmento de modelo que señala la relación de emisor y receptor.



Nota. Acercamiento al interior del modelo circular, desde donde se aplica el diseño centrado en el humano. Elaboración propia, 2022.

Una parte esencial para equiparar las posiciones en el diálogo por parte de emisor y receptor, se define desde el enfoque de "diseño centrado en el ser humano", surgido desde el pensamiento de diseño como una forma de hacer diseño, mediante objetivos centrados en el entendimiento de las necesidades de los usuarios. El enfoque es "un proceso y un conjunto de técnicas utilizadas para crear nuevas soluciones para el mundo. Las soluciones incluyen productos, servicios, entornos, organizaciones y modos de interacción". (IDEO, 2011, p.6)

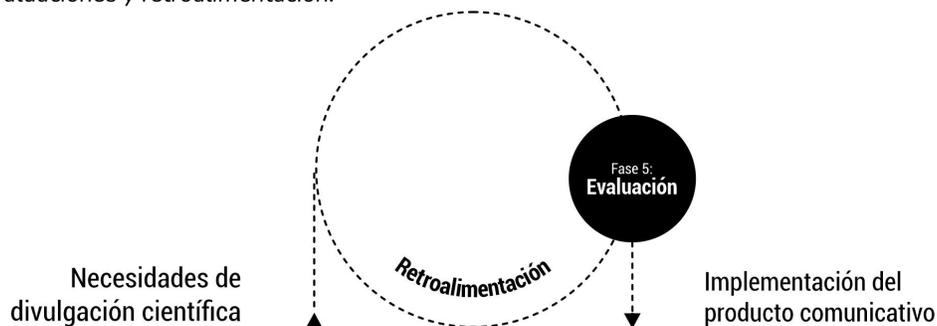
Las necesidades de los usuarios, llámense divulgadores, diseñadores, públicos o instituciones, se colocan en el foco de atención, principalmente las de los receptores, por lo que esta propuesta contiene afinidad desde su interior con el trabajo colaborativo. La co-creación entre emisores internos y externos, así como los usuarios directos de la comunicación visual, considerando la inclusión de públicos amplios y específicos para una máxima usabilidad.

Asumiendo una participación activa de todos los integrantes, mediante la colaboración que “vincula las capacidades creativas de los diseñadores no solo con las de otros profesionales, sino también con la de los usuarios. Su potencial como herramienta para el desarrollo de productos aporta pluralidad al integrar a todos los actores”. (Frías, M., 2019, p.46)

EVALUACIÓN CONTINUA

En su desarrollo de productos de comunicación visual que sirvan a la divulgación de la ciencia, el modelo gestiona en su metodología procesos iterativos que consideran los métodos ágiles, dado que se prevé desde la co-creación la participación de grupos de trabajo multidisciplinares, que poseen perspectivas heterogéneas, y que colaboran con la finalidad de generar contenidos que aseguren una correcta comprensión por parte del público, y así, la aparente complejidad metodológica se reduce, al tener incorporados desde su origen los procesos de evaluación constante (ver figura 53).

Figura 53.
Iteraciones, evaluaciones y retroalimentación.



Nota. Fragmento interior del modelo. Elaboración propia, 2022.

De acuerdo con Sue Allen (2004, p.17), “el diseño efectivo no es trivial y puede requerir muchas iteraciones y años de evolución gradual (...) el diseño de una exhibición única y novedosa que debe ser robusto, fácilmente utilizable por personas de cualquier edad y origen, y conducir a aprender de algún aspecto de la ciencia o del mundo de una manera significativa a nivel personal”. Las iteraciones entonces, consideran mantener los esfuerzos colocados en ofrecer de forma contextual la mejor experiencia posible al usuario y al equipo de trabajo, lo que significa: “la producción de prototipos tentativos, su testeo, la incorporación de ajustes y el desarrollo de nuevos testeos, hasta que el producto parezca haber llegado al nivel de desempeño esperado. (Frascara, 2011, p.24)

La evaluación constante y los métodos ágiles para iteraciones continuas, tienen como objetivo: garantizar una correcta comunicación en la co-creación. En términos estructurales atienden a la retroalimentación de emisor a receptor, que posibilita atenuar fuentes de entropía y asegurar la usabilidad de los productos de diseño para la divulgación de la ciencia, y en consecuencia, permiten el reconocimiento previo y posterior de la experiencia del usuario.

SOPORTES DE LA COMUNICACIÓN VISUAL

Una de las consideraciones particulares del modelo recae en puntualizar la existencia de soportes sensoriales y soportes físicos, los primeros para designar las necesidades de comunicación visual desde la teoría del diseño, y los segundos plantean los aspectos artefactuales del diseño. Esta separación de los soportes señala al “medio” como elemento esencial del proceso comunicativo, también denominado “canal”, que, en ambos casos, “refiere al medio por el cual el estímulo o mensaje se pasa de la mente del emisor a la mente del receptor. Cualquier medio que permita que se envíe un mensaje se considera un canal”. (Castro y Moreno, 2011, p.18)

Zubiaur (2004, p.329) indica, que es “mediante el diseño como las exposiciones alcanzan una adecuada comunicación (...) los apoyos interpretativos: el diseño de gráficos para las exposiciones, incluyendo rótulos, diagramas, mapas, esquemas, ilustraciones y fotografías, presentaciones audiovisuales, catálogos y folletos, programas de ordenador para la interpretación, tecnología educativa, publicidad exterior y actividades de promoción, es decir, diseño gráfico bidimensional y tridimensional, lo que requiere un servicio especializado”.

En el proceso metodológico la primer parte inicia por definir las necesidades de comunicación, en conjunto con un pleno conocimiento de los recursos con los que contará el proyecto, lo que permite elegir de forma correcta los medios sobre los cuales se soportará el mensaje, y con ello las evaluaciones de posibles fuentes “ruido”, que en concepción de Castro y Moreno (2011, p.19), “refiere a cualquier interferencia en el proceso de comunicación. Puede ser externo, es decir, originarse en el ambiente, (...) o interno, originarse en el mismo emisor o receptor. (...) Incluso existe el ruido semántico debido a diferencias socioculturales o de valores. También se le considera como el factor que distorsiona la calidad de una señal”, de tal forma que estos espacios de entropía importan porque alteran los niveles de aprehensión de los usuarios, por lo

cual, el modelo reconoce la necesidad de anticipar las probables fuentes de ruido y evaluar la posible carga cognitiva, lo que anticipará una correcta interpretación de los contenidos.

8.2 METODOLOGÍA DEL MODELO

Para una correcta aplicación del modelo, se considera conveniente acompañarlo de una metodología para el proceso de diseño de productos de comunicación visual para la divulgación de la ciencia. Una vez explicado que la propuesta del modelo se fundamenta desde el pensamiento de diseño, se asume que la metodología acompañante parte de la misma la lógica procedimental, mismas que buscan facilitar la comprensión y aplicación del modelo.

Tabla 30.
Adaptación de fases metodológicas.

Fases	Pensamiento de diseño	Adaptación metodológica
FASE 1	Empatía	Conceptualización
FASE 2	Definición	Exploración
FASE 3	Idear	Ideación
FASE 4	Prototipar	Creación
FASE 5	Testear	Evaluación

Nota. Comparativa de fases metodológicas del pensamiento de diseño, con las adaptaciones para la propuesta.

La metodología plantea cinco fases para la aplicación del modelo, las que se encuentran relacionadas de forma directa con las descritas por el pensamiento de diseño, y que se han adaptado, considerando las particularidades del proceso de diseño para proyectos visuales con fines de divulgación científica. A continuación se presentan las ideas principales que describen los puntos a considerar en cada una de las etapas, iniciando por la pregunta detonadora que da cuenta del propósito de cada fase.

Tabla 31.
Propuesta metodológica para el modelo de comunicación visual.

Fases	Descripción de las fases metodológicas
CONCEPTUALIZACIÓN	→ Definir la temática y los objetivos del proyecto.
¿Cuál es el problema	→ Explorar las premisas de necesidades comunicativas.

comunicativo por resolver?	<ul style="list-style-type: none"> → Puntualizar los recursos del proyecto. → Reconocer los marcos institucionales de la temática. → Realizar investigación documental y estudio de referentes.
EXPLORACIÓN ¿Quiénes participan del diálogo y en qué contexto?	<ul style="list-style-type: none"> → Determinar la relación de los actores que intervienen en el proyecto. → Definir y reconocer las características del público objetivo. → Reconocer campos comunes de conocimiento entre emisores y receptores. → Contextualizar el entorno en el que se inserta el proyecto.
IDEACIÓN ¿Qué idea dará forma al discurso?	<ul style="list-style-type: none"> → Proponer soluciones para las necesidades de comunicación. → Estructurar el mensaje con su narrativa. → Generar marco de codificación del proceso comunicativo. → Definir los medios y soportes más adecuados. → Realizar curaduría del contenido conceptual y científico.
CREACIÓN ¿Cuál es la propuesta óptima?	<ul style="list-style-type: none"> → Proponer soluciones potenciales al problema. → Diseñar estrategia comunicativa. → Desarrollar proyecto de diseño. → Prever elementos de generación de ruido. → Realizar curaduría de contenidos visuales.
EVALUACIÓN ¿Cómo percibe el usuario el mensaje?	<ul style="list-style-type: none"> → Evaluar de forma interna (revisión por el equipo de trabajo). → Evaluar de forma externa (interpretación y usabilidad usuarios). → Generar mejoras necesarias al proyecto. → Proponer formas de retroalimentación. → Implementar proyecto.

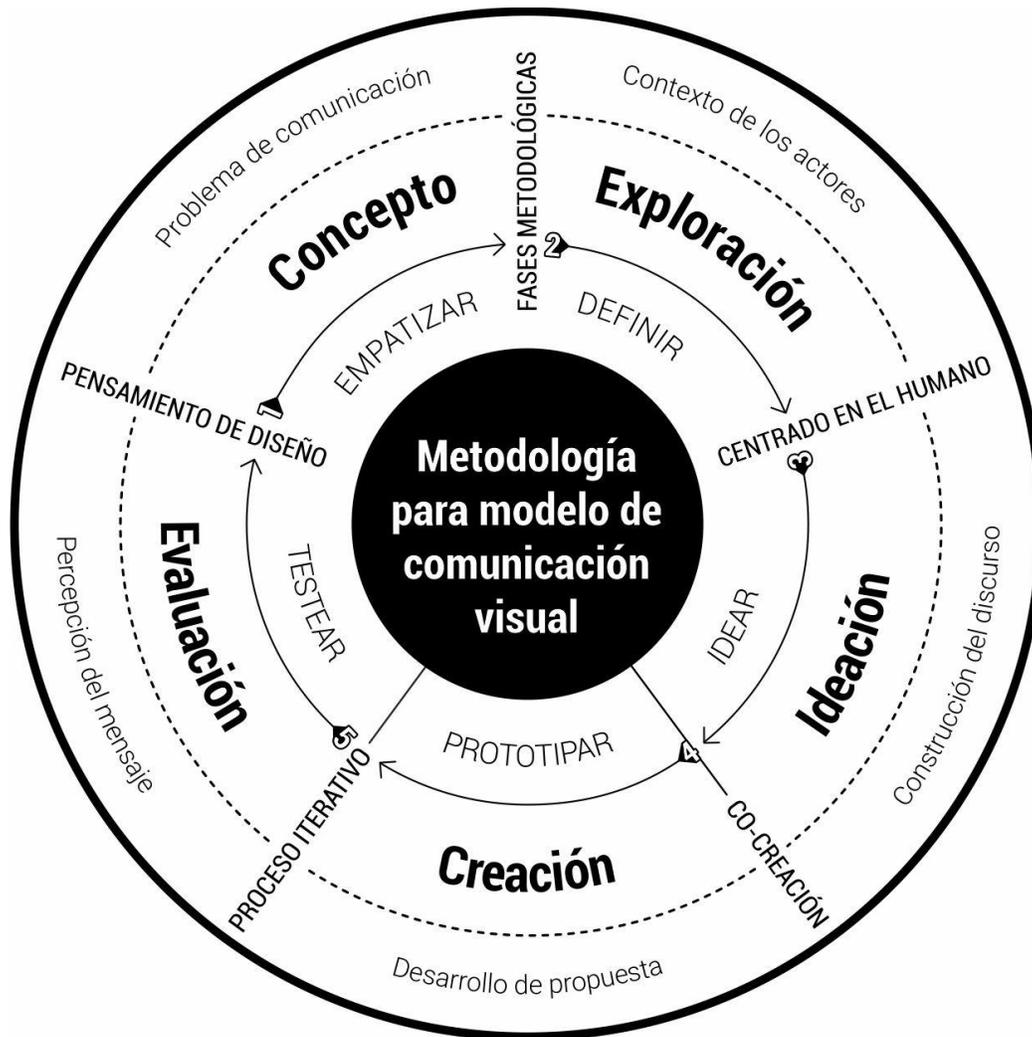
Nota. Descripción fases para el óptimo desarrollo del modelo - metodológico. Elaboración propia, 2022.

En el proceso del diseño gráfico, usualmente se requiere una conceptualización previa del proyecto, que en su mayoría es dada por el cliente y negociada de forma conjunta entre ambas partes. Este pre-proyecto perfila los objetivos, temática, necesidades y recursos del proyecto de comunicación visual, en el que el diseñador debe conocer los marcos institucionales desde los cuales se plantea la comunicación de temáticas especializadas, como lo son las científicas.

Esta particularidad señalada anteriormente hace necesario que la “empatía”, que se propone en la fase uno del pensamiento de diseño sea desplazada a una segunda posición, quedando dentro de la segunda fase de la metodología propuesta, misma que ha sido denominada como “exploración”, ya que en este periodo se reconoce a los actores que intervendrán durante y después del proyecto, es decir, asesores científicos, equipo de diseño, usuarios del producto

comunicativo y demás personas involucradas, todos ellos contextualizados en el entorno del que se participa la comunicación visual.

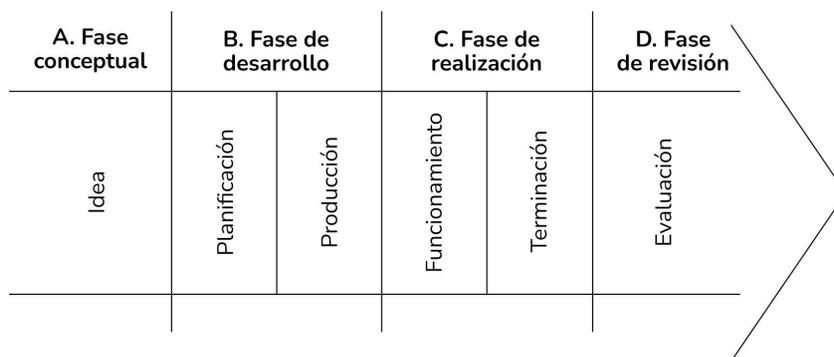
Figura 54.
Metodología iterativa para el modelo de comunicación visual.



Nota. Esquema circular que expresa las fases metodológicas de la propuesta, alineadas a las definidas en el pensamiento de diseño. Elaboración propia, 2022.

En las dos primeras fases de la propuesta metodológica se conceptualizan y exploran los pormenores del proyecto, mismas fases que usualmente pueden variar en duración y designación según la metodología utilizada, pero son por principio, las que encabezan la construcción de los proyectos, ya sea museográficos o expositivos.

Figura 55.
Modelo de proyecto de exposición de Ballart.



Nota. Propuesta para la planeación de exposiciones de Josep Ballart, en Manual de Museos, 2008, p.197.

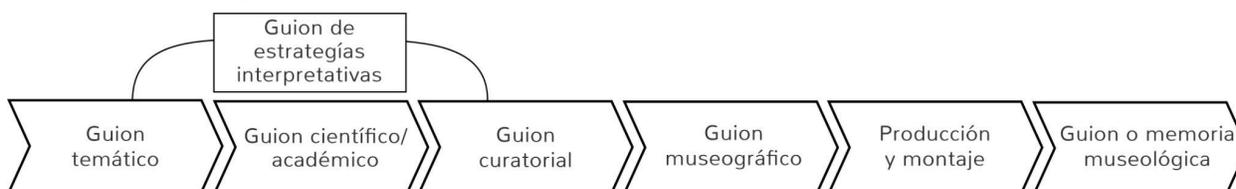
Tal como la propuesta de Josep Ballart, el modelo para la planeación y desarrollo de exposiciones interpretativas presentado por Alejandra Mosco, planifica los proyectos en tres fases, que en voz de la propia autora, tienen como elemento medular la integración de la “interpretación temática” en todas las etapas del proceso.

Figura 56.
Modelo para la planeación y desarrollo de exposiciones interpretativas.

Fase 1. Paleación y conceptualización



Fase 2. Desarrollo de guiones



Fase 3. Evaluación y retroalimentación



Nota. Modelo metodológico de Alejandra Mosco Jaimes, presentado en “Metodología interpretativa para la formulación y desarrollo de guiones para exposiciones” (2018, p.104), publicado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, y la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía de México.

El modelo de Alejandra Mosco posee dos características particularmente destacables, que permiten hacer énfasis en el contexto y el mensaje; iniciando la planeación con la generación

de un diagnóstico que incluye: a) al museo, institución o sitio, b) la oferta cultural, c) la infraestructura, d) las condiciones medioambientales, e) el contexto económico social.

Para la correcta interpretación de los mensajes por el usuario, la autora profundiza en la segunda fase, dedicada al desarrollo de guiones, a) guión temático (conceptualización de la exposición), b) guión de estrategias interpretativas, c) guión científico o académico, d) guión curatorial, e) guión museográfico, y por último, f) guión o memoria museológica.

Se debe aclarar, que si bien, la metodología de proceso anterior permite ofrecer herramientas valiosas para la interpretación temática de exposiciones, no ha sido adoptada para el uso de la propuesta de modelo de comunicación visual porque sus principales características están pensadas para un museo, mientras que en la presente investigación se amplían las opciones a exposiciones bajo un entendimiento amplio, que significa que están necesariamente supeditadas al recinto del museo.

8.3 EXPERIMENTO DE DISEÑO

Para la validación de la propuesta del modelo y su aplicabilidad, se realizó un testeo que tenía por objetivo: evaluar el modelo de comunicación visual para la divulgación científica, mediante un experimento de diseño que subsane necesidades de comunicación pública de la ciencia en entornos expositivos equiparables a los de un museo.

El protocolo del experimento de diseño tuvo un proceso iterativo que afinó la propuesta del modelo en el que se detectaron los elementos descartables para el mismo, cuyos objetivos específicos a considerar fueron:

1. Generar una herramienta de investigación a través del diseño para la exploración visual de los parámetros de legibilidad.
2. Revisar los parámetros de legibilidad planteados como condiciones óptimas fundamentales del modelo.
3. Validar el modelo de comunicación visual por los emisores mediante la evaluación de experiencia durante el proceso de diseño gráfico de material de divulgación científica.
4. Evaluar la asimilación del mensaje por los usuarios directos, en relación a los objetivos fijados por las necesidades de comunicación iniciales.

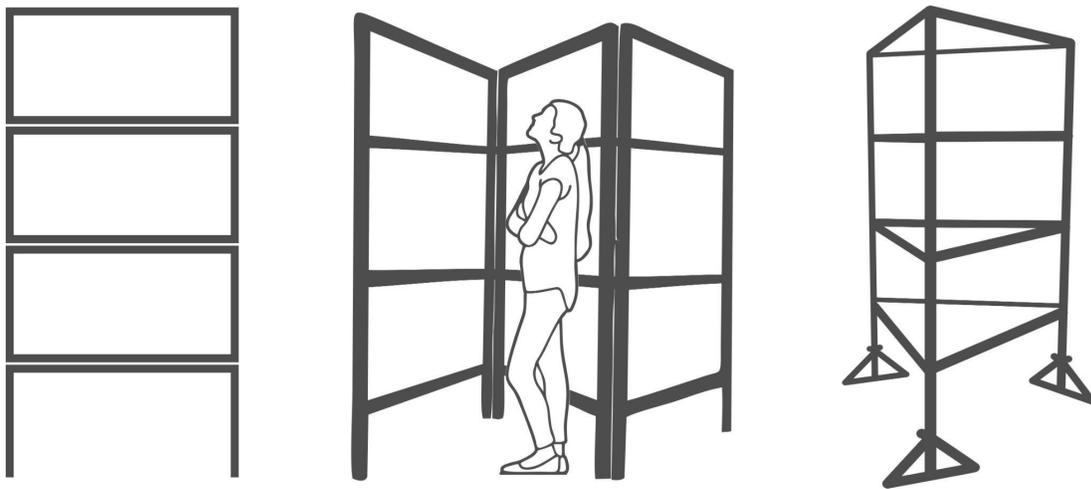
OBJETIVO 1: HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del experimento de diseño se desarrolló un módulo de exploración visual, que representa una herramienta de investigación aplicada al diseño y a través del diseño, con el propósito de posibilitar la comprensión de los parámetros de legibilidad mediante la simulación de condiciones de un módulo de exposición.

La herramienta se generó como un modelo de utilidad para la exploración visual, en el que se pusiera a prueba el modelo de comunicación mediante productos de diseño gráfico. Cabe señalar que de primera intención se consideró para apoyar a la evaluación de los parámetros de legibilidad, los que, por poseer una complejidad particular derivada de su asociación a la antropometría y ergonomía, poseían muchas variables de revisión según los tipos de público.

Figura 57.

Planos de módulo de exploración visual.



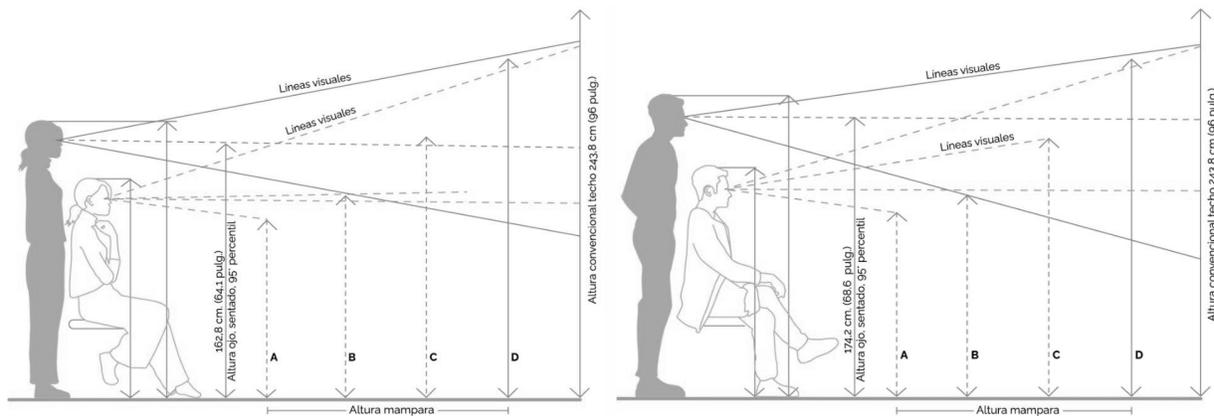
Nota. Ilustraciones de la vista frontal, vista isométrica abierta y vista isométrica cerrada. Elaboración propia, 2021.

El módulo de exploración visual se desarrolló considerando el análisis previo de condiciones óptimas para la lectura de contenidos informativos en exposiciones, partiendo de características antropométricas de posibles usuarios, y de la legibilidad que ha sido planteada en la literatura de construcción de cédulas de exposiciones, explicada en apartados anteriores.

El módulo contó con la asesoría de las doctoras Lina Agudelo Gutiérrez y Natalia Pérez Orrego pertenecientes a la Facultad de Diseño de la Universidad de Medellín, en Colombia; en la cual,

se elaboró de forma colaborativa la propuesta del artefacto y su protocolo de experimento de diseño. Aunque el trabajo conceptual del estudio se desarrolló en el campus de la Universidad de Medellín, la materialización del módulo se realizó en el taller público: Exploratorio, espacio perteneciente al Museo Interactivo Parque Explora, y que opera bajo la filosofía de la cultura libre y el aprender haciendo, que facilitó el equipo y espacio necesario para la manufactura de la propuesta.

Figura 58.
Consideraciones de divisores visuales para mujeres y hombres.



Nota. Ilustraciones basadas en las propuestas de Julius Panero y Martín Zelnik. Publicadas en 1979 en el libro: Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos, p.186.

El intercambio con profesionales en el área de diseño industrial y productos, permitió plantear el diseño desde una revisión teórica de los artefactos expositivos, pero también desde los métodos ágiles para la evaluación de las propuestas que mejor se adaptaran a las necesidades parametrizadas.

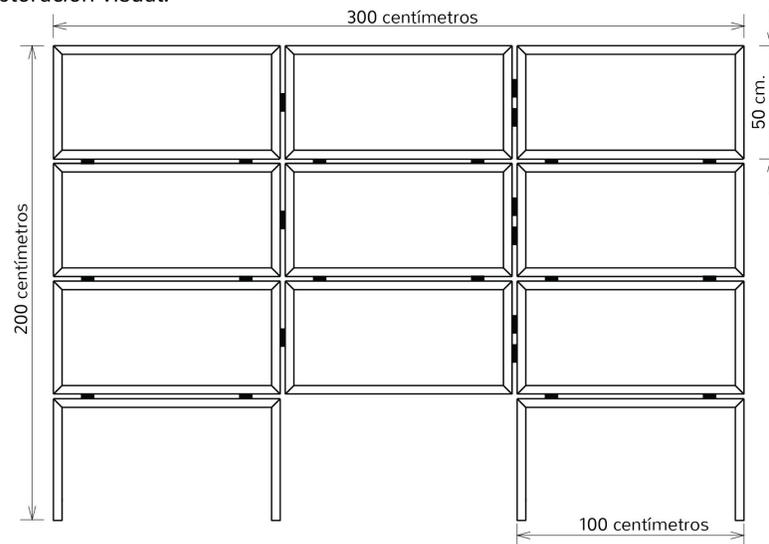
Al ser el módulo una herramienta de investigación, descrita también como *toolkit* en el *design thinking*, era necesario que el diseño permitiera un fácil traslado y ensamble, ya que sería utilizado en diferentes espacios y cada uno con condiciones desconocidas hasta ese momento, lo que requería total autonomía para adaptarse a los diferentes entornos, y evitar requerimientos especiales para su aplicación.

Para garantizar la aplicabilidad en el testeo se colocó como característica prioritaria la portabilidad del módulo, decidiendo que las circunstancias para su traslado en cualquier

ciudad, eran en un automóvil tipo sedan²⁰, definiendo así las cajuelas de estos vehículos como los límites de las dimensiones máximas para el módulo desarmado. Lo anterior fue tomado a consideración a partir de características más representativas y comunes de las exposiciones móviles, pensando en la portabilidad desde el peso (tipo y cantidad de materiales), mecanismos abatibles, plegables o armables, ensamblaje que facilitara el montaje de exhibiciones de carteles, infografías o fotografías.

Figura 59.

Plano de módulo de exploración visual.



Nota. Plano frontal del módulo de exploración visual, con medidas en centímetros. Elaboración propia, 2021.

Las dimensiones del módulo de exploración visual fueron de 200 centímetros de altura y 100 centímetros de ancho por cada panel, que según su acomodo podrían convertirse de dos a seis lados. Y al estar plagado con las bisagras, cada panel posee medidas de 100x50x15 centímetros y un peso de 4.3 kg., resultando así, que el módulo completo con sus tres paneles posea dimensiones de 100x50x45 cm. y un peso de 13 kilogramos.

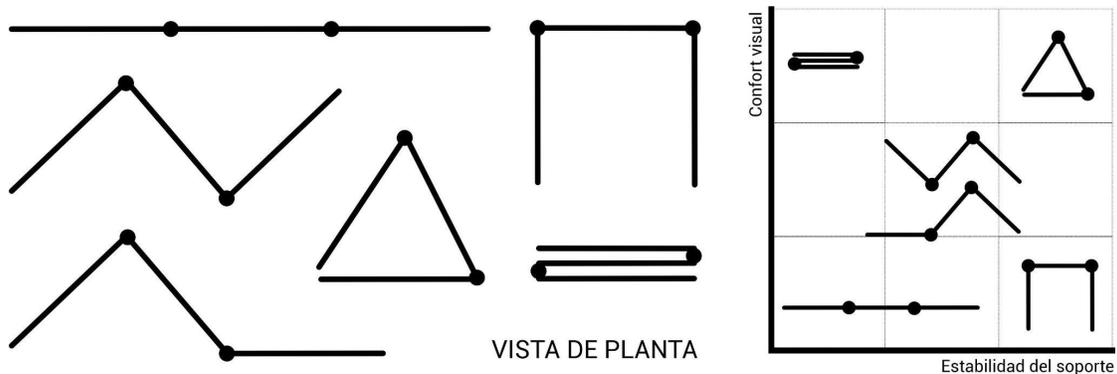
La elección del material fue madera de pino, y se basó en las posibilidades de manipulación para su fabricación y en la resistencia como base estructural del soporte, que permitiera las interacciones de los usuarios. Presentando que las variaciones del módulo, permiten una adaptación de al menos seis formatos diferentes, que proporcionan estabilidad y apariencia

²⁰ Posterior a una revisión documental de los automóviles más vendidos en México, se definió que las dimensiones de las cajuelas de los principales modelos tipo sedan, poseían medidas aproximadas a 100x90x50 centímetros, mientras que en los asientos traseros las dimensiones eran de 120x120x22 cm.

distinta. Para lo cual se realizó un diagrama con la vista de planta que coloca en un eje “Y”, el confort visual para la observación de uno o varios usuarios de forma simultánea, y en el eje “X”, la estabilidad del soporte, dejando visible que la opción más funcional es en la vista de planta triangular.

Figura 60.

Vista de planta del módulo.



Nota. Ilustraciones de la vista cenital o plano de planta del módulo de exploración visual con diagrama de estabilidad y confort. Elaboración propia, 2021.

OBJETIVO 2: REVISIÓN DE PARÁMETROS

Para la revisión de los parámetros de legibilidad se decidió partir de una evaluación de matriz o matricial, también conocida como método Pugh, para una revisión y comparación de variables. Los parámetros de legibilidad fueron priorizados por considerarse los que enlazan los aspectos de comunicación visual y los artefactuales (o de soportes expositivos), así como por la falta de referentes teóricos y prácticos consistentes.

Se eligió la matriz de evaluación, ya que es una herramienta que cumple con las características adecuadas en la investigación a través del diseño, para ponderar la toma de decisiones y priorizar las posibles soluciones, para conseguir la estrategia más adecuada. Tal como lo expone Milton y Rodgers (2014) “es una técnica cuantitativa usada por los diseñadores para evaluar sus propuestas de diseño conceptual clasificándolas según los criterios detallados (...) se trata de un proceso convergente, pero con frecuencia es iterativo y puede no dar lugar a una propuesta dominada de forma inmediata” (p.146)

La recolección de datos se planteó mediante tres secciones: 1) datos de identificación, para comparar edad, estatura y género, con las caracterizaciones grupales previamente definidas, 2)

la evaluación de legibilidad, con cinco aspectos de medición, asociados a la facilidad y comodidad de lectura, y como tercero: c) observación directa de la distancia y la simultaneidad de lectura por los usuarios.

Figura 61.
Matriz de evaluación.

MATRIZ DE EVALUACIÓN
PARÁMETROS DE LEGIBILIDAD DE MODELO
DE COMUNICACIÓN VISUAL ARTEFACTUAL

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO

	a	b	c	d
1.1 Edad:	7-10	11-15	16-20	+21
1.2 Estatura:	120-135	135-150	150-165	165-180
1.3 Género:	Femenino	Masculino	Otro	

EVALUACIÓN DE LEGIBILIDAD POR CARTELES

	a	b	c
2.1 El estilo tipográfico facilita la lectura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2 El tamaño de las letras es leible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.3 La longitud de líneas esta dentro del campo de visión horizontal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.4 La altura del texto esta dentro del campo de visión vertical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5 El cartel permite lectura simultanea de varios usuarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.6 La distancia de lectura se encuentra en un rango de 100-150 centímetros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acumulación de puntaje:	<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	+ <input type="text"/>
	<input type="text"/>	- <input type="text"/>	- <input type="text"/>
	<input type="text"/>	= <input type="text"/>	= <input type="text"/>

Nota. Formato de matriz de evaluación utilizada en la validación de los parámetros de legibilidad. Elaboración propia, 2021.

Todos los reactivos fueron de opción múltiple para un fácil análisis de resultados, para el caso de los datos de identificación de los usuarios están agrupados por rangos de edad, estatura y género. Mientras que en la segunda sección, referente a la valoración de la legibilidad de cada cartel, se evaluaron las propuestas con los símbolos de “+, -, =”; colocando “+” a la propuesta que mejor cumple con cada parámetro significado, que es menos propensa de conflictos de legibilidad o más fácil de leer, el segundo criterio fue “-”, que representa que la propuesta es la menos favorable o más complicado que las otras, y por último, el símbolo de igual “=”, describe, que esa propuesta es indiferente, o no se posee una opinión favor ni en contra.

A modo de hipótesis, se realizó una caracterización de los usuarios para el desarrollo del experimento, que planteó las condiciones óptimas de ergonomía visual de los usuarios, quedando divididos en tres grupos según la altura del campo de visión, entre adultos, jóvenes, e infantes y personas adultas en sillas de ruedas.

Tabla 32.

Caracterización de usuarios por grupos para el estudio de variables.

Grupo	Descripción	Edad	Estatura	Altura ojo	Dimensión (an. x al.)	Colocación (superior)
A	ADULTO MASCULINO	30 años	171 cm.	159 cm.	80x70 cm.	190 cm.
B	JOVEN FEMENINA	20 años	158 cm.	148 cm.	70x80 cm.	175 cm.
C	INFANTE MASCULINO	10 años	137 cm.	126 cm.	70x80 cm.	160 cm.
	ADULTO EN SILLA DE RUEDAS	+30 años	130 cm.	120 cm.		

Nota. Tabla de caracterización de los tres grupos de usuarios por diferencias de campos de visión.

Según la caracterización de los posibles usuarios se generaron tres carteles con temática científica que permitieran comparar los parámetros de legibilidad, para los cuales se eligió un mensaje con los parámetros óptimos de comunicación de Carl Sagan en “la vida de las estrellas”, que posee un lenguaje accesible a públicos amplios, y una extensión dentro de las características ideales de legibilidad, tal como se describen a continuación.

Tabla 33.

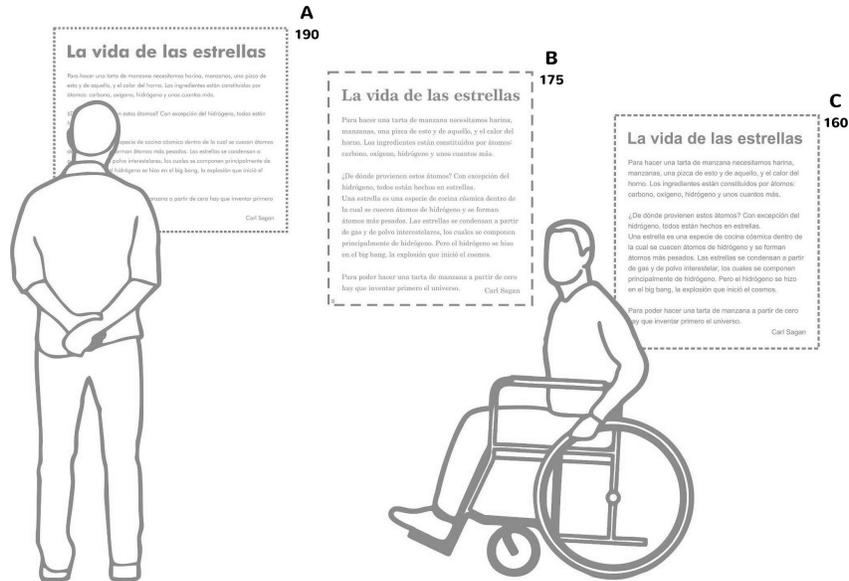
División de parámetros de legibilidad para validación.

Parámetro	Cartel A	Cartel B	Cartel C
ESTILOS DE FUENTES	Palo seco	Palo seco	Palo seco
TAMAÑOS DE LETRAS	1 cm./40 pts.	1.5 cm./50 pts.	1.5 cm./60 pts.
LONGITUD DE TEXTOS	40 palabras	30 palabras	20 palabras
ALTURA DE LECTURA	180 cm.	180 cm.	180 cm.
VISIÓN SIMULTÁNEA	Si aplica	Si aplica	Si aplica
DISTANCIA DE LECTURA	110 a 140 cm.	110 a 140 cm.	110 a 140 cm.
ESTATURA DE USUARIOS	Por medición	Por medición	Por medición

Nota. Tabla de división de parámetros que incluye el experimento de diseño, para la validación del modelo de comunicación visual artefactual, en el cual las variables móviles son la número dos y tres, mientras las restantes permanecen fijas.

Figura 62.

Proyección de herramienta para experimento.



Nota. Ilustración de la proyección de variables para la medición de los parámetros de legibilidad. Elaboración propia con adaptaciones de www.dimensions.com, 2022.

La prueba piloto se efectuó en el acceso principal al Parque Explora en Medellín, Colombia, durante el mes de septiembre de 2021 (ver anexos), debido a que este espacio posee un flujo constante de un amplio público con interés en ciencia y tecnología. Sin embargo, es necesario señalar que la implementación de la matriz de evaluación se descartó como instrumento al finalizar el modelo de comunicación visual para la divulgación de la ciencia, debido a que los resultados arrojados demostraron que los usuarios se ajustan a las diversas posibilidades que presenta el diseño gráfico, dejando la teoría de los parámetros como una métrica que ciertamente posibilita las condiciones óptimas para la lectura, pero que no garantiza el éxito de un proceso de comunicación visual, dado que las variables para alcanzarlo son múltiples y muy variadas. Concluyendo que la parametrización no requería ser incluida como elemento determinante dentro del proceso de creación o recepción de productos comunicativos de diseño gráfico para la divulgación científica.

OBJETIVO 3: EVALUACIÓN DE EXPERIENCIA DE EMISORES

Para la validación de modelo de comunicación visual se decidió generar la experimentación con un proyecto de creación de materiales de divulgación científica, y así evaluar la experiencia de los emisores internos y externos de los productos de diseño gráfico.

Mediante el uso del prototipo de modelo de comunicación visual, se solicitó a un grupo de diseñadores resolver un problema de divulgación científica, para el cual se revisaron premisas iniciales de la temática y se fijaron objetivos del proyecto. Se incluyó la asesoría científica de personal del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, dado que la temática fue sobre los Eclipses 2023 y 2024.

El objetivo general fue diseñar infografías para informar a la población sobre los riesgos de ver un eclipse sin las medidas de precaución necesarias, mostrando los métodos peligrosos y los métodos seguros, sin abrumar ni confundir al público, para estimular la observación de los eclipses de forma correcta.

Una vez delimitado el proyecto se realizó un estudio de referentes y mapas mentales para facilitar la comprensión del tema. Posteriormente, se define como perfil general de usuarios del proyecto a jóvenes y adultos con un interés por la observación de los eclipses, pero con poca, nula o errónea información del tema, que habitan en zonas urbanas y rurales de México, que poseen estudios medio superiores como mínimo, que cuentan con acceso a internet, de cualquier nivel socioeconómico sin distinción de sexo.

Para concluir la fase dos de la metodología se desarrolló un mapa de contexto que contó con información de los factores, sociales, políticos, geográficos, económicos y medioambientales en el que se inserta el proyecto. Pasando a la ideación del proyecto se definió el formato de las infografías impresas en 80x60 cm., y se trabajó un mapa de inspiración para visualización de la temática, con paleta de colores, tipografías, gráficos y elementos asociados a los recursos visuales que facilitaron el bocetaje y la maquetación del diseño.

Malla receptora de información

La evaluación de experiencia de los emisores se realizó mediante la técnica denominada: Malla receptora de información, que se aplica para la valoración de prototipos; solicitando a los usuarios (en este caso son los diseñadores gráficos y el asesor científico), que, una vez concluido el proceso metodológico que se apoya en el modelo de comunicación visual, durante el desarrollo de material divulgativo, describen sus impresiones del proceso.

De tal forma que, las bondades principales de esta técnica son la inclusión opiniones que retroalimentan de forma constructiva los ajustes necesarios y las posibles mejoras del prototipo, sin cuestionar, defender o explicar sus apreciaciones, sabiéndose escuchado, dicha tarea depende que el facilitador promueva un ambiente de comunicación asertiva durante su desarrollo y recoger los aportes de forma neutral.

Las opiniones de los participantes son tomadas mediante un formato impreso que plantea cuatro casillas a modo de plano cartesiano, en el que se colocan en la parte superior izquierda con un signo más (+), los elementos que resultaron interesantes, en la esquina superior derecha y con un triángulo se plantean las críticas constructivas, mientras que en la parte inferior izquierda con signo de interrogación se solicitan las dudas o preguntas de la experiencia, y finalmente en la esquina inferior derecha, señalada con una bombilla de luz, se solicitan las ideas nacientes de esta participación así como las sugerencias futuras.

Figura 63.
Malla receptora de información.



Nota. Ilustración sobre la simbología y organización al interior de la malla receptora de información.

Los planteamientos aportados por los usuarios sobre la experiencia de utilizar el modelo desde el proceso interno de producción, así como en su operatividad metodológica, se describen según la organización de la malla receptora de información a continuación:

Aspectos interesantes

- La metodología utilizada se considera correcta y efectiva en cada una de sus fases y técnica utilizadas, propuesta que se continuará utilizando en su vida profesional.

- Recopilar y analizar ejemplos del mismo tema permite conocer más detalladamente la forma en la que las personas interpretan un fenómeno y los elementos visuales que se asocian al mismo concepto, pero en distintas formas gráficas nos sirvió para encontrar las similitudes entre ellos y cómo las personas lo interpretan de la misma forma a pesar de ser distintos visualmente.
- La integración de los equipos de trabajo y la complementación grupal fue muy enriquecedora a la hora de diseñar.
- La libertad para realizar el diseño partiendo de información científica, y lograr una representación de la información derivada de investigaciones con un formato creativo.
- Fue interesante plasmar un argumento científico con una estética visual retro en busca de volver llamativo e interesante el mensaje.
- La definición de un público específico fue muy valiosa para trabajar la estructura del proyecto pensando en atraer su atención.
- La diversidad de enfoques en las propuestas realizadas por los diseñadores.

Críticas constructivas

- Plantear los textos desde un inicio para trabajar con la información definitiva generaría un proceso de diseño más eficiente.
- Definir la información con los datos lo más exactos posibles sobre la temática que se trabajará y sólo agregar la información que se considere complementaria.
- El proceso metodológico puede ser confuso, pero es muy funcional.
- La calidad de la ortografía y gramática de los diseñadores es descuidada.
- Considerar que ciertas paletas de color pueden verse bien en pantalla, pero no en modo impreso. Especialmente si hay población con problemas visuales que podrían tener dificultades con ciertos contrastes.

Preguntas y dudas

- Algunos pasos de la metodología fueron un poco complicados, principalmente por no comprender algunas técnicas del *Design Thinking*, ya que no se tenían experiencias previas de este tipo.
- Considerar la factibilidad de realizar una evaluación con un público amplio en las etapas finales del proyecto, para tener retroalimentación sobre la comprensión del tema expuesto.

Ideas nuevas

- Profundizar más en el fenómeno científico para comprenderlo mejor y poder comunicar el mensaje de forma más adecuada.
- Ofrecer información que profundice más en el tema y sea manejada de una forma más accesible al público en general, de modo que pueda captar la atención de las personas que se sientan agobiados o que les resulte demasiado complicado de entender.
- Sintetizar la información para captar la atención del público y fomentar su interés por los distintos fenómenos que se estudian.
- Crear contenido multimedia sobre ciencia y planear varios formatos para redes sociales.
- La información fue complicada de sintetizar, sentíamos que teníamos fuentes confiables y al momento de tener las conversaciones con el asesor científico salían datos erróneos.
- Nos hubiera servido que nos proporcionarán los datos correctos que consideran más apropiados desde un principio, para mitigar la falta de conocimiento del tema.
- Desarrollar una primera evaluación para revisar que los diseñadores comprendan la información que deben desarrollar visualmente antes de iniciar el proceso de diseño.

Posterior a la instrumentación de la experiencia del usuario, se legitima en los datos arrojados por la malla receptora de información, la necesidad de implementar evaluaciones constantes como las propuestas en el modelo de comunicación visual, mismas que fueron aplicadas a los productos de diseño gráfico generado y analizados anteriormente.

CONCLUSIONES

A partir de las reflexiones de los apartados anteriores en torno a la comunicación pública de la ciencia, se considera necesario repensar el proceso de diseño de los productos visual que se generan para la divulgación científica, bajo la apreciación de Huergo (2001), en la que apunta, como la “comunicación es un proceso histórico, social y cultural en el cual se producen significados y se construyen sentidos. (...) En el caso de la ciencia y la tecnología, es clave considerar que, frente a ella, a sus procesos de producción y a sus productos, vamos produciendo significados que no son siempre los mismos, del mismo valor ni del mismo alcance”, de esa visión se asumen uno de los argumentos de esta propuesta de modelo de comunicación visual, que refiere a medir y evaluar en diferentes fases de la producción de contenido, para revisar el nivel de entendimiento del mensaje con los públicos a los que se dirige.

En las evaluaciones de los productos de diseño, no se debe perder de vista la consideración de “asumir al sujeto como alguien activo para discriminar, rechazar o negociar los mensajes” (Herrera y Orozco, 2016, p.157), para lo cual, se requiere el reconocimiento puntual de los contextos socioculturales en los que los usuarios se encuentran inmersos, y la forma en la que interfieren en el actuar, así como en la producción de sentido del público.

Todo producto de diseño gráfico y de comunicación visual, debe definir por principio a su público meta, pero en los proyectos que se consideren para públicos amplios, masivos, familiares o mejor conocidos como: público general, es ideal estructurar las características y condicionantes en las que se inserta el mensaje, partiendo de los límites en los que se encuentra el grupo de receptores hacia el interior del segmento, es decir, priorizar a los perfiles más lejanos y así dejar incluida a la población central, para facilitar las condiciones de comunicación un mayor número de usuarios.

Lo anterior, además de conseguir hacer eficiente el proceso comunicativo, posibilita los escenarios de empatía que se promueven desde el pensamiento de diseño, y que se reflejan en la metodología propuesta de la presente investigación, asimismo, esta visión abona a una comunicación responsable, que de forma simplificada, definen si el mensaje posee la cantidad,

calidad, forma y relación adecuada, mismas que se pueden explorar a profundidad desde las cuatro máximas del principio de cooperación de Grice.

Proyectar una comunicación responsable en los proyectos de diseño, permite la proximidad y cercanía de los usuarios con el mensaje, a la par que, evalúa que el contenido que se transmite sea preciso, veraz, que posea una forma o lenguaje asimilable y lejos de ambigüedades, y por último, que la información sea útil al usuario, estos derivados de las máximas de Grice, se centran en la construcción del mensaje a la vez que empatiza con los receptores.

Pero, incorporado la los problemas de definición de los receptores y de los contextos, una zona de incertidumbre en la definición del mensaje, versa sobre ¿cómo pasar de la teoría a la práctica? en materia de diseño gráfico para conseguir los postulados anteriores. Dentro del experimento de diseño se volvió evidente la dificultad de guionizar los mensajes de la divulgación científica, dificultad expresada por los propios diseñadores gráficos. Esto se debe a que no es el área en la que son expertos, ya que la construcción de un producto visual debe estar acompañado de la asesoría de especialistas del fenómeno a explicar, y ello, conlleva que el propio divulgador consiga facilitar la información al diseñador.

Este problema se reduce al gestionar procesos internos de comunicación entre los especialistas de ciencia y los especialistas de diseño gráfico, mismos que son necesarios para llevar a buen término una campaña de comunicación pública de la ciencia, no solo por la eficiencia de la captación del mensaje, sino también por la eficiencia de recursos, ya que idealmente, estos profesionistas deberían trabajar juntos en espacios multidisciplinarios.

La transdisciplina, interdisciplina y multidisciplina, no son conceptos nuevos en nuestros días, y aún así, continúa siendo complejo lograr el reconocimiento disciplinar para la integración de grupos, aunque cabe mencionar, que en muchos de los casos, los factores de tiempo y recursos financieros influyen de forma decisiva en esta toma de decisiones. La incorporación de grupos multidisciplinarios trabajando en un mismo proyecto de divulgación, permite obtener una mirada panorámica e integral del fenómeno, que observan desde redes amplias las necesidades comunicativas de los diversos públicos.

Los procesos internos de comunicación por quienes desarrollan el mensaje, facilitan la problemática de entendimiento entre el emisor interno y externo, mismos que se reflejan en la propuesta del modelo presentado en el capítulo anterior, que al basarse en el diseño centrado en el humano, considera al diseñador como emisor, y a la vez receptor de la divulgación.

Al no contar con un entendimiento y perspectiva común entre los emisores, la problemática de comunicar el conocimiento especializado aumenta, y se intensifica aún más, cuando no se cuenta con un punto de partida y de llegada delimitado, que visibilice las deficiencias de ese entendimiento de forma institucional, consideración igualmente abortada en el modelo propuesto. Puesto que, usualmente las instituciones y/o personas que solicitan materiales informativos sobre ciencia y tecnología, no presentan un reconocimiento o posicionamiento teórico sobre los modelos de comunicación, y, por tanto, se remiten a solicitudes ausente de un formato reflexionado para abordar a los públicos.

Los modelos de comunicación en lo general, cuentan con una plataforma de entendimiento que organiza los elementos del proceso que seguirá la información, desde los expertos a los públicos no expertos, que como enfatiza Sánchez, parten del “deseo de que el mundo se parezca a nuestro ideal, y ese proceso de idealización es también un proceso de modelación. (...) En el modelo se cambia la realidad para tratar de construirla” (pp.101-102). Ahora bien, los modelos de comunicación en lo particular, los que atienden a la comunicación, apropiación y popularización de la ciencia, aunque son más cercanos a los posicionamientos teóricos por los investigadores, e instituciones científicas, siguen estando lejanos en la práctica de divulgación.

El modelo más popular por los divulgadores actualmente es el de déficit, ya sea por falta de una estructura teórica para abordar la comunicación de la ciencia o por la convicción de que el receptor es un sujeto al que hay que abordar desde un vacío de información que debe ser llenado. El acercamiento a los públicos desde este modelo parte de una estrategia comunicativa que los clasifica como legos y expertos, aunque se destaca que en dicha práctica, aun siendo de una comunicación vertical (y en muchos casos adoctrinamiento), influye positivamente en el incremento de valor del trabajo de investigación y de ellos saberes científicos por la población.

Por su parte, en una posición de comunicación horizontal, se encuentra el modelo del diálogo, que propone que los públicos son conjuntos de sujetos, que dependen de sus intereses y contextos, introduciendo así una mirada más profunda sobre la selección de los medios y formatos que favorecen a la obtención de un diálogo, según las necesidades comunicativas.

A su vez, el modelo de ciencia participativa, considera el involucramiento social de todas las partes de interés en una actuación conjunta, considerando una visión integral que logre repercutir en la transformación de la realidad social. Y aunque ciertamente existe un número mayor de modelos de comunicación, en la práctica, los más destacables son los anteriores. Que de forma reiterada, se reconocen todas las versiones del quehacer de la divulgación, como vías posibles para alcanzar un aumento del interés del público a una cultura científica.

A partir de la revisión de los modelos de comunicación tradicionales, en especial los aplicables a entornos visuales y en conjunto con los modelos de comunicación para la ciencia, se abordó la transmisión de mensajes en los museos de ciencia, observando a los mismos como un medio de comunicación.

Se develó el carácter lúdico que aportan dichos recintos a la divulgación científica, la importancia de su existencia como espacios de educación y comunicación del conocimiento especializado, pero también, la compleja estructura en la que se desenvuelven, como los rubros asociados a la toma de decisiones administrativas y los resultados esperados por parte de quienes patrocinan los museos.

Sobre la finalidad que debe perseguir un museo de ciencias, existen diversas reflexiones que, como lo ha expresado Ana María Sánchez Mora, al recapitular sobre la justificación que permitió dar sustento financiero para la creación del museo UNIVERSUM de la UNAM, se realizaron análisis previos a su apertura, que permitieron fundamentar que los museos de ciencia, así como sus entornos, son espacios de aprendizaje concomitantes a la alfabetización científica.

Puesto que, uno de los puntos más significativos a señalar, se define por el costo que representa diseñar, gestionar, administrar y sostener las operaciones en los museos, principalmente porque se asocian al tiempo de retorno de las inversiones iniciales, que suele

ser largos, y supeditados de manera obligatoriamente, a la rendición de cuentas mediante indicadores cuantitativos.

Como señala Herrera y Orozco, “el recorrido del visitante por el museo no constituye un paseo inocente sino un modo complejo de interpelar los mensajes situados en objetos materiales, donde el visitante recurre a sus esquemas previos y su contexto para negociar, resistir y reproducir marcos de comprensión o apreciación acerca de la ciencia y la tecnología” (2016, p.150), por lo que la óptica de indicadores que regresen la inversión en tiempos concretos, impiden visibilizar el aporte social que cumplen.

Ya que, los museos como espacios para el aprendizaje no formal e informal, colocan en relación directa a la divulgación y la enseñanza de la ciencia, de ahí el señalamiento y compromiso de los museos como espacios educativos, que realmente, deben distinguirse, bajo la apreciación de que la divulgación es un auxiliar de los procesos educativos, y los museos por tanto, como un medio para la divulgación y el fomento de una cultura científica.

Los condicionamientos anteriores, impiden la intervención y generación de propuestas de mejoras realizadas tanto por internos como externos, dado que su carácter impenetrable se sujeta a limitaciones de financiamiento; que, por ejemplificar, en los periodos de la reciente pandemia por COVID 19, los recortes de personal, de adquisiciones, de renovaciones de equipo y material, se definieron por la ausencia de visitantes, y por tanto, de ingresos en taquilla, que en algunos casos las pérdidas fueron tan significativas que impidieron la operación dentro de ese periodo.

Con el ejemplo anterior, se resalta que los visitantes son quien realmente definen la existencia de los museos, quienes dan sentido y propósito a estos espacios de recreación sobre ciencia, por lo que, bajo circunstancias regulares, los museos deben adoptar las consideraciones necesarias para adaptarse a los públicos, lo que implica, la adaptación de acciones que evalúen los procesos de comunicación de forma más eficiente, tanto en las instalaciones como por fuera de los recintos.

En conjunto con las evaluaciones se debe mejorar la construcción de los públicos de la divulgación científica; los tres ejes que enfatizan Kevin McCarthy y Kimberly Jinnett (citado en

Rivero, 2008, p.4), puntualizan: “1) Ampliación: aumentar cuantitativamente la asistencia, 2) Profundización: aumentar la implicación del público, y 3) Diversificación: aumentar la base social de los públicos”, contemplando en estos ejes, las estrategias de captación-fidelización, comprensión-formación, y creación-generación de nuevos públicos.

Si bien, las necesidades para la divulgación de la ciencia son más amplias que las planteadas en esta investigación; es reconocible por científicos, investigadores y divulgadores, así como por los diseñadores gráficos que participaron en el experimento de diseño, que es valioso emprender un trabajo conjunto para contribuir a escenarios que mejoren la realidad social de los entornos que se habitan. Se reconoce que el camino aún es largo, pero la suma de esfuerzos puede conseguir permear en la toma de decisiones de importancia, que beneficien desde lo individual a lo colectivo.

FUENTES

- Aguado, J. (2004) Introducción a las teorías de la comunicación y la información. España: Universidad de Murcia
- Alegría, C. (1994) Modelos de Comunicación en Relaciones Públicas. En: Revista Diálogos de Comunicación. Federación Latinoamericana de Facultades de Comunicación Social. # 39 Junio de 1994, pág. 1.
- Allen, S. (2004) Designs for learning: Studying science museums exhibits that do more than entertain. *Science Education* 88 Supplement 1 (July): S17-S33.
- Álvarez, S. (2019) Las cédulas y el diseño editorial en los museos. El diseño en los museos parte II, en *Espacio de Diseño*, pp.276-277. ISSN:1405-227X
- Ambrose-Harris (2009) Fundamentos de la tipografía. España: Parramón
- Ávila, R., Prado, L., González, E. (2007) Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. México: Universidad de Guadalajara.
- Ballart, J. (2008) Manual de museos. España: Editorial Síntesis
- Bardin, L. (1986): El análisis de contenido. España: Akal.
- Belcher, M. (1994) Organización y diseño de exposiciones: su relación con el museo. España: Trea
- Berelson, B. (1952) Content analysis in communication research. Glencoe III, Free Press.
- Brown, T. (2009) Change by design. EUA: Harper Business.
- Bucchi, M., Trench, B. (2008) Handbook of public communication of science and technology. New York: Routledge.
- Cabalin, C. (2014) Los métodos mixtos de Investigación: fundamentos y práctica para los estudios en comunicación. En Colle, Raymond (compilador). La comunicación y la información frente a los desafíos del país: investigación y aportes. Conferencia llevada a cabo en el primer congreso nacional de la asociación chilena de investigadores en comunicación social.
- Callejo, J. (2001) Investigar las audiencias: Un análisis cuantitativo. Paidós: Barcelona
- Carrasco-Bustos, J., Et al. (2019). Relación entre la Posición Natural de Cabeza y el Plano de Frankfort. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 12 (2), 74-76. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072019000200074>
- Carvajal, A. (2002) Teorías y modelos: formas de representación de la realidad. *Comunicación* (vol.12, No.1) Instituto Tecnológico de Costa Rica, pp. 1-14. ISSN: 0379-3974

- Casetti, F. (1980) Introducción a la semiótica. Barcelona: Fontanella
- Castro, I. y Moreno, L. (2011) El modelo comunicativo: Teóricos y teorías relevantes. México: Trillas.
- Chedraui, F. (2014) Diseño de una galería de arte contemporáneo en un contenedor transportable, con módulos multifuncionales (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Cobley, P. & Schulz, P. (2013). Theories and Models of Communication. De Gruyter Mouton.
- Córdoba, A., Arteaga, J. & Bonilla, H. (julio-diciembre, 2015). Fundamentos del pensamiento del Diseño. Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas, VII (2), 38-50. Doi: <http://dx.doi.org/10.15658/CESMAG15.05060204>
- Desvallées, A; Mairesse, F. (2010) Conceptos claves de museología. Singapur: Armand Colin
- Dever, P. y Carrizosa, A. (2010) Manual básico de montaje museográfico. Museo Nacional de Colombia: Colombia
- Díaz, A. (2011) "Física e historia en el siglo XXI: encuentros y desencuentros". Ciencias 101, enero-marzo, 48-55. En www.revistacienciasunam.com
- Digital Society School. (s.f.). Actors map. Amsterdam University of Applied Sciences. Recuperado 25 de mayo de 2021, de <https://toolkits.dss.cloud>
- Dinngo (2021) Design thinking: en español. Recuperado de <https://www.designthinking.es>
- Domingo, A. (2011). El profesional reflexivo (DA Schön). Descripción de las tres fases del pensamiento práctico.(1-5). Disponible en: <http://www.practicareflexiva.pro>
- Domínguez, J., A. (2019). El análisis de contenido: apuntes de estudio. Recuperado de: <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/16540/material%20docente%20ANALISIS%20DE%20CONTENIDO.pdf?sequence=2>
- Durán, J., D. (25 de abril de 2019) Instrumentos de investigación cualitativos y cuantitativos frente a la investigación mixta o complementaria. Consensus: revista de publicaciones científicas y académicas. Volumen 3 (Número 2), pp. 47-56.
- Echeverría, J. (2005) La ciencia vista por la sociedad, la experiencia europea. Ciencias 78, abril-junio, 38-44. [En línea] <https://www.revistacienciasunam.com/images/stories/Articles/78/CNS07805.pdf>
- Escobar, J. M. (2017). El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica. Arbor, 193 (785): a407. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2017.785n3012>
- Fernández, G. (2019) El museo de ciencia transformador: Un ensayo a favor de la relevancia social del museo de ciencia contemporáneo. Guillermo Fernández: España

- Fernandez, L. y García, I. (2010) *Diseño de exposiciones: Concepto, instalaciones y montaje*. España: Alianza Forma.
- Fleck, J. (January 2000) *Artefact <—> activity: the coevolution of artefacts, knowledge and organization in technological innovation*. En Ziman, John (compilador); *Technological innovation as an evolutionary process*; Cambridge University Press; pp. 248-266.
- Frankenberg, L., Galavis, C., Alvarez, M. (2012) *Apropiación social de la ciencia, modelos de la comunicación pública aplicados a TIC: un análisis comparado Colombia-México*. En: *Las tecnologías de la información y la comunicación en contextos educativos: nuevos escenarios de aprendizaje*. Colombia: Universidad de Medellín
- Frascara, J. (2011) *¿Qué es el diseño de información?* Argentina: Ediciones Infinito.
- Frías, M. (2019) *Design thinking: ¿Pueden las empresas aprender del diseño?* Argentina: Fundación UADE
- García, C. N. (2007) *Lectores, espectadores e internautas*. Gedisa: Barcelona
- García, L. (marzo 2011) *¿Qué es un dispositivo?: Foucault, Deleuze, Agamben*. A parte ref: *Revista de Filosofía* 74. Retomado de: <http://serbal.pntic.mec.es/AParteRei>
- Giordano, F., Morelli, N., De Götzen, A., & Hunziker, J. (2018). *The stakeholder map: a conversation tool for designing people-led public services*. In A. Meroni, A. M. O. Medina, & B. Villari (Eds.), *ServDes.2018 Conference: Service Design Proof of Concept* Linköping University Electronic Press. Linköping Electronic Conference Proceedings No. 150
- Greene, J. C. (2006). *Toward a methodology of mixed methods in social inquiry*. *Research in the Schools*, 13 (1), 93-99.
- Gundogan, B. Et al (2016) *How to make an academic poster: Annals of Medicine and Surgery*, Volume 11, Pages 69-71, <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2016.09.001>.
- Hernández, F. (2011) *El museo como espacio de comunicación*. España: Ediciones Trea.
- Hernández, R; Fernández, C; y Pilar, B. (2007) *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Herrera, S; Orozco, C. (2016) *De la academia al espacio público: comunicar la ciencia en México*. México: ITESO
- Hetland, P. (2014) *Models in Science Communication: Formatting Public Engagement and Expertise*, Duo Research Archive. <https://www.duo.uio.no/handle/10852/42035>.
- Hooper-Greenhill, E. (1998) *Los museos y sus visitantes*. España: Ediciones Trea.
- Huergo, J. (2001) "La popularización de la Ciencia y la Tecnología: Interpelaciones desde la comunicación". Ponencia presentada en el Seminario Latinoamericano *Estrategias para la*

- Formación de Popularizadores en Ciencia y Tecnología. La popularización de la Ciencia y la Tecnología. Red-POP - Cono Sur. La Plata, 14 al 17 de mayo.
- ICOM (2007) Definición de museo de la 22 Asamblea General en Viena.
<https://icom.museum/es/recursos/normas-y-directrices/definicion-del-museo/>
- IDEO (2011) Human-Centered Design Toolkit: an open-source toolkit to inspire new solutions in the developing world. EUA: Authorhouse
- INEGI (2017) Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología. México
- INEGI (2020) Censo de población y vivienda. México
- J. Paul Getty Museum (2020) Complete guide to adult audience interpretive materials: gallery texts and graphics. EUA: J. Paul Getty Museum
- Kennedy, J. (1990) User friendly: hands-on exhibits that work. Washington: Association of Science-Technology Centers
- Krieger, P. (2004) La deconstrucción de Jacques Derrida (1930-2004). Anales del Instituto de investigaciones Estéticas, No. 84. México: UNAM
doi.org/10.22201/iie.18703062e.2004.84
- Krippendorff, K. (1990) Metodología de análisis de contenido: teoría y práctica. Argentina: Paidós
- Krippendorff, K. (1990) Metodología de análisis de contenido. Argentina: Paidós
- Latour, B. (1991) Nunca fuimos modernos. Francia: Siglo XXI.
- Latour, B. (2008) A Cautious Prometheus? A few steps toward a philosophy of design (with special attention to Peter Slotterijk). Conferencia en el encuentro Networks of Design Society. Cornwall, Reino Unido, Recuperado de: <http://www.bruno-latour.fr/node/69>
- Leinonen, T., & Durall-Gazulla, E. (2014). Design thinking and collaborative learning. [Pensamiento de diseño y aprendizaje colaborativo]. Comunicar, 42, 107-116.
<https://doi.org/10.3916/C42-2014-10>
- Lewenstein, B. (2003). Models of public communication of science and technology. En: Public Understanding of Science, (June), pp.1–11. NY: Cornell University.
- Locker, P. (2011) Diseño de exposiciones. España: Gustavo Gili
- López, J. (2005) Participación ciudadana y cultura científica. En Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura. CLXXXI 715 Septiembre-octubre (2005) 351-362. ISSN:0210-1963
- López, F. (2002) El análisis de contenido como método de investigación. Revista de Educación de la Universidad de Huelva, XXI, (4), 167-179.
- Martínez, N. (2014) Protothinking - Pensamiento de Diseño en Acción. Colombia: Innvisual

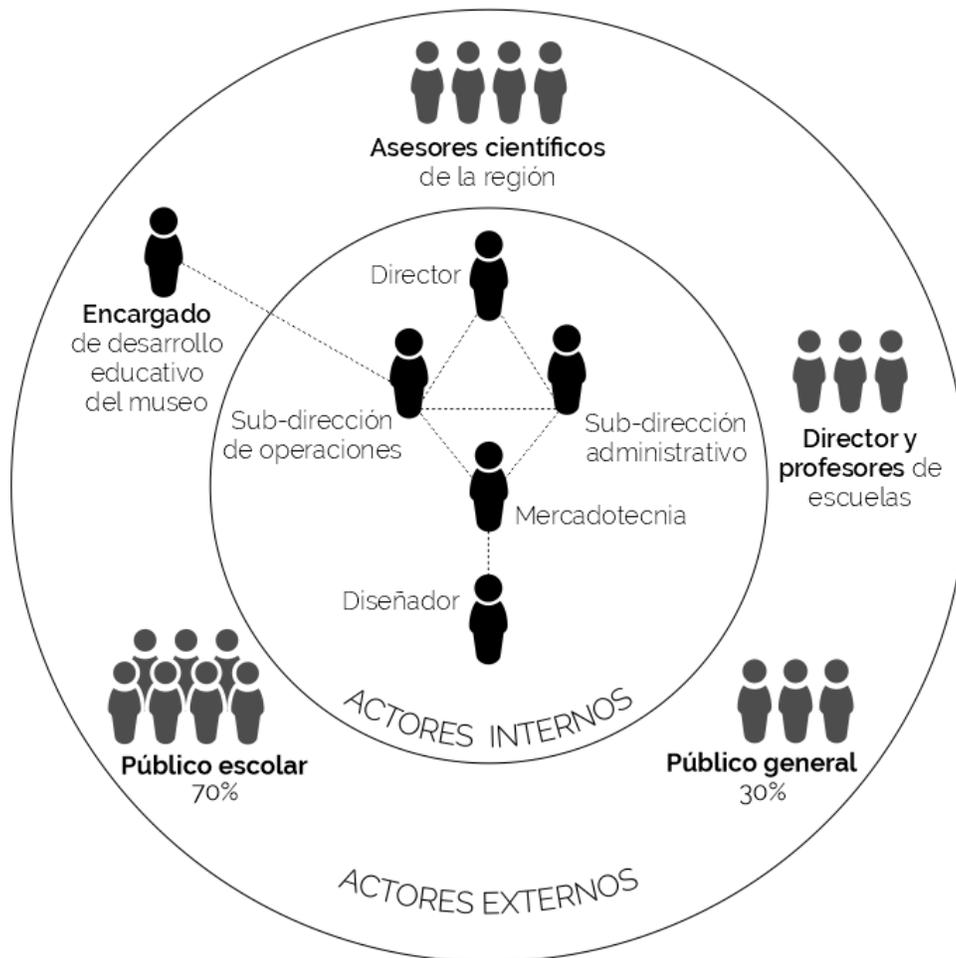
- Massarani, L., Reynoso, E., Murrielo, S., y Castillo, A. (2016) Posgrado en Comunicación de la Ciencia en América Latina: un mapa y algunas reflexiones. *Journal of Science Communication*, 15 (05), A03_es.
- Meirelles, I. (2014) *La información en el diseño: introducción a las historias, las teorías y las mejores prácticas para la visualización eficaz de la información*. Parramón: Barcelona
- Mesanza, J. (Coord.) (1995) *Diccionario de las ciencias de la educación*. España: Santillana
- McLean, K. (1993) *Planning for people in museum exhibitions*. California: Association of Science-Technology Centers
- Metcalfe, J. (2019) *Rethinking science communication models in practice*. Tesis de doctorado, The Australian National University que otorgó el título: Doctor en Filosofía
- Milton, P. y Rodgers, A. (2014) *Métodos de investigación para el diseño de producto*. España: Blume
- Montañés, O. (2010) La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia. *ArtefaCToS*, vol.3, n.1, diciembre 2010, 187-229, ISSN: 1989-3612.
- Mootee, I. (2013) *Design Thinking for Strategic Innovation: what they can't teach you at business or design school*. EUA: Wiley
- Moro, O. (2003) ¿Qué es un dispositivo? en *EMPIRIA: Revista de metodología de ciencias sociales*. No.6, pp.29-46
- Mosco, A. (2018), *Metodología interpretativa para la formulación y desarrollo de guiones para exposiciones*. México: ENCRyM.
- Muñoz, C. (2015) *Metodología de la investigación*. México: Oxford
- Namakforoosh, M. (2010) *Metodología de la investigación*. México: Limusa
- Narváez, A. (2010) Modelos pedagógicos y modelos comunicativos desde las funciones del lenguaje. *Pedagogía y Saberes*, (32), 7.21. doi.org/10.17227/01212494.32pys7.21
- Nour, D (2017) *Co-Create: how your business will profit from innovative and strategic collaboration*. EUA: St. Martin's Press
- Ochoa, C., Crespo, C., Morales, S. y Veselinova, D. (2017) *Las exposiciones: Tipos y diseño*. Ministerio de educación, cultura y deporte: España
- Olivé, L., *Hacia una sociedad del conocimiento en el México multicultural*, AMC. En http://cisnex.amc.edu.mx/congreso/Ciencias_Sociales_Humanidades/Multiculturalismo/po nencias/Olive_pdf.pdf

- Osorio, J. Et Al (2009) Breve análisis de algunos modelos de comunicación de la ciencia, la tecnología y la innovación. *Scientia et Technica* Año XV, No 43, Diciembre de 2009. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Oxford University Press (s.f.). Diccionario de la lengua española. Recuperado en marzo de 2022, de <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>
- Pacheco, M. (2007) Los museos de ciencia y la divulgación. *Redes*, 12(25),181-200. [Consultado el 14 de marzo de 2022]. ISSN: 0328-3186.
- Patiño, M. y Padilla, J. (2016) “Del alfabetismo científico a la apropiación social de la ciencia y la tecnología”. México:
- Pavitt, C. (2010) Alternative approaches to theorizing in communication science. In: Charles R. Berger, Michael E. Roloff and David Roskos-Ewoldsen (eds.), *The Handbook of Communication Science*, 2nd edn., 37–54. Thousand Oaks, CA: Sage
- Plattner, H. (Et al) (2011) *Design Thinking: understand - improve - apply*. Inglaterra: Springer
- Ramírez, S. (2016) *Cedularios y textos. Estudios sobre públicos y museos. Volumen 1: públicos y museos ¿qué hemos aprendido?* (pp.109-137). Ciudad de México: ENCRyM-INAH
- Real Academia Española (s.f.) Diccionario de la lengua española (23a ed.) [versión en línea]. <<https://dle.rae.es>> [abril 2021].
- Reynoso, E. (2012) *La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal*, Tesis doctoral. Facultad de Filosofía, UNAM.
- Rith, C., & Dubberly, H. (2007). Why Horst W.J. Rittel Matters. *Design Issues*, 23 (1), 72-74. Retrieved May 25, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/25224090>
- Rivera, L. (2017) *Guía para la evaluación educativa del diseño*. México: Consejo Mexicano para la Acreditación de Escuelas de Diseño.
- Rivero, J. (2008) *El fomento y Creación de públicos*. Gobierno de Canarias. Desafío de la cultura en el siglo 21. Conferencia llevada a cabo en Septenio para la cultura, la ciencia y la innovación, en la Isla de la Palma, España.
- Rodriguez, M. (1989) *Modelos de la comunicación*. España: Tectos
- Rodríguez, L. (2015) *De los métodos proyectuales al pensamiento de diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana
- Ruiz del Olmo, F. & Bustos, J. (2019, August 12). El análisis de contenido de los mensajes de los medios de comunicación a partir de herramientas de software. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3366128>

- Sánchez, U. (2003) De las quimeras a la comprensión de la realidad. Un acercamiento a los modelos de comunicación. *Anagramas: Rumbos y sentidos de la comunicación*, ISSN 1692-2522, Vol. 1, N° 2, 2003, págs. 99-116.
- Sánchez, A. (2010) Introducción a la comunicación escrita de la ciencia, colección "Quehacer científico y tecnológico", México: Universidad Veracruzana.
- Serrell, B. (1996) *Exhibit Labels: An Interpretive Approach*. California: Altamira Press
- Te Papa National Services Te Paerangi (2006) *Writing Effective Interpretative Text* (n°28). Nueva Zelanda: National Centre for New Zealand
- Yayici, E. (2016) *Design Thinking Methodology Book*. EUA: ArtBizTech
- Zavala, L. (2012) *Antimanual del museólogo: hacia una museología de la vida cotidiana*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Zubiaur, F. (2004) *Curso de museología*. España: Trea

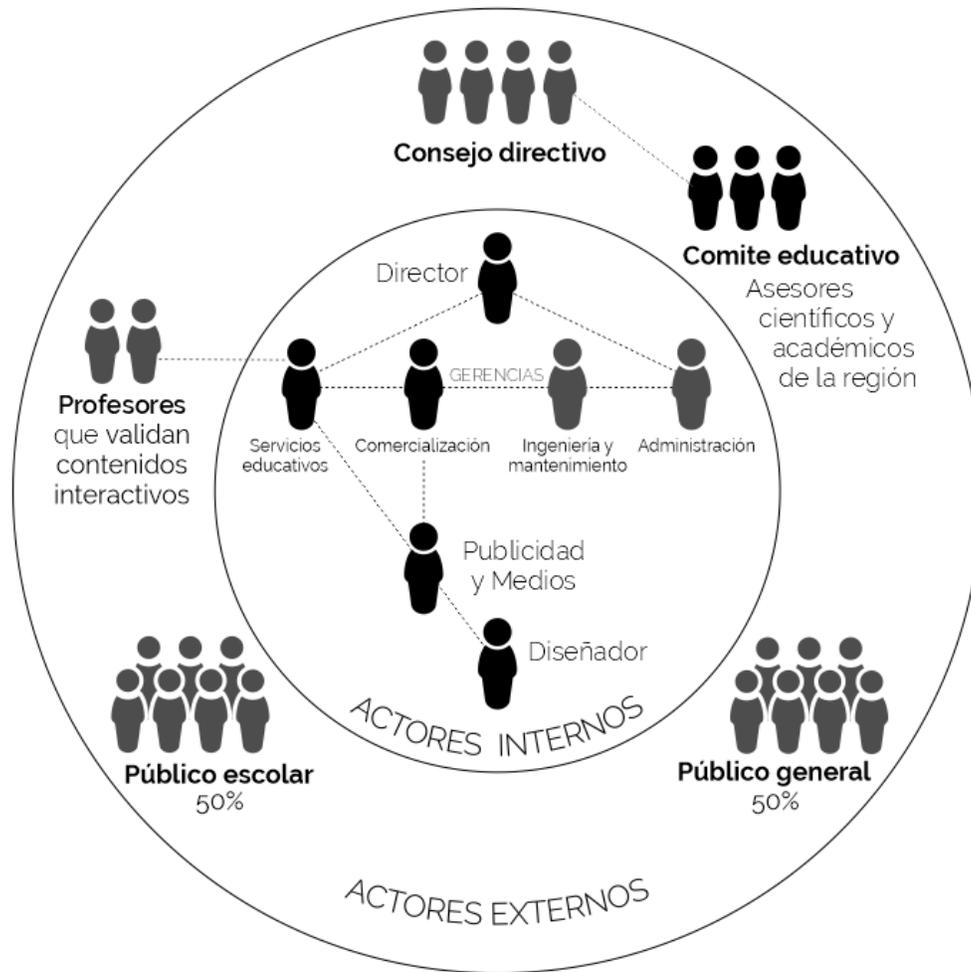
ANEXOS

ANEXO 1: Mapa de actores del Museo Sol del Niño.



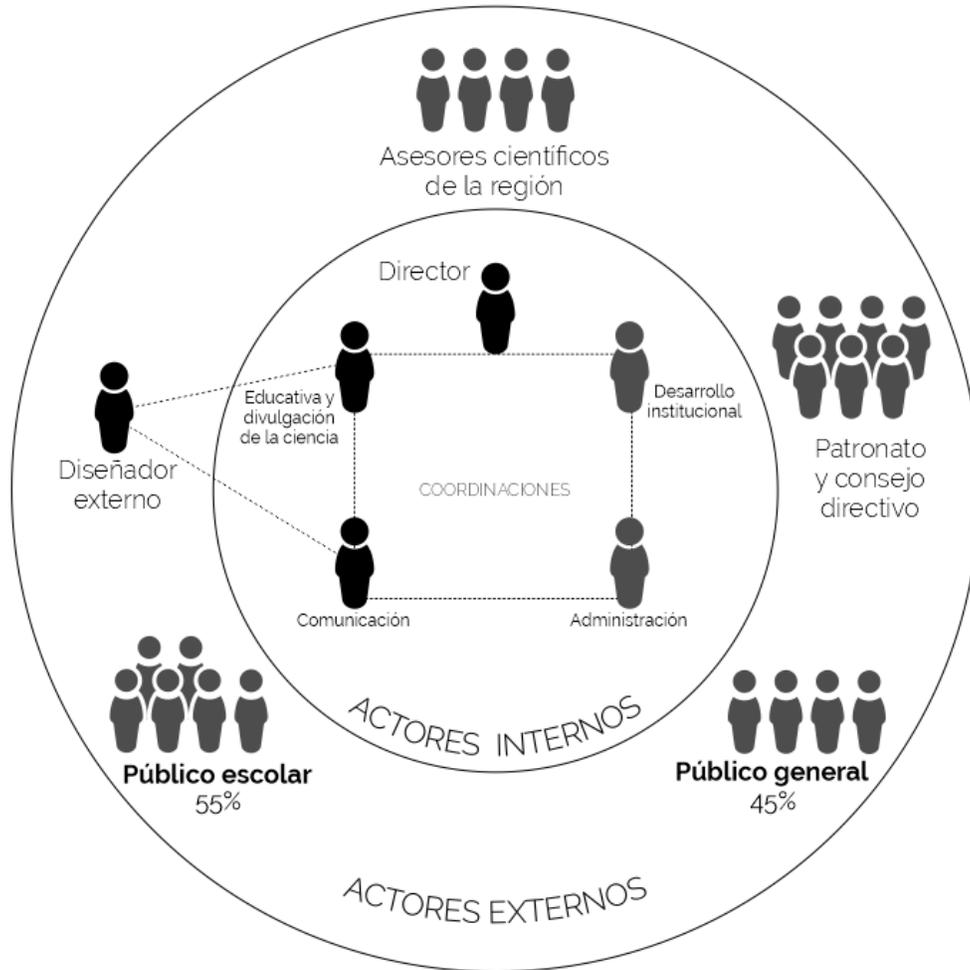
Nota. Esquema de tomadores de decisiones del museo Sol del Niño. Elaboración propia 2021.

ANEXO 2: Mapa de actores del Museo El Trompo.



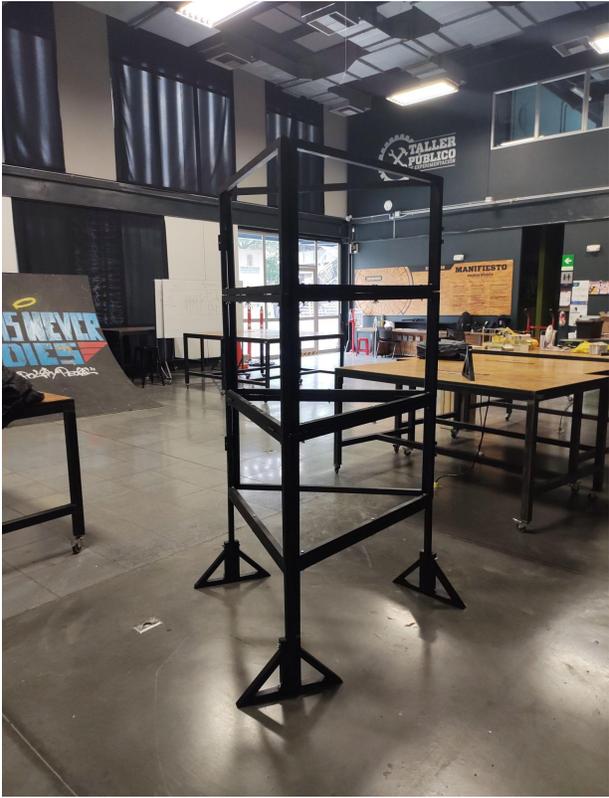
Nota. Esquema de tomadores de decisiones del museo El Trompo. Elaboración propia 2021.

ANEXO 3: Mapa de actores del Museo Caracol.



Nota. Esquema de tomadores de decisiones del museo Caracol. Elaboración propia 2021.

ANEXO 4: Fotografías de la herramienta de investigación aplicada en el Parque Explora.



ANEXO 5: Fotografías de la prueba piloto del experimento de diseño en el Parque Explora.

