

*Mira con las manos: Recorrido virtual para el acceso de población no vidente a las colecciones de los museos de arte de Puerto Rico*

Germarilis Ruiz Galloza

@ Derechos reservados, 2020

Proyecto de Conclusión presentado en el programa de Maestría en Gestión y Administración Cultural del Programa en Estudios Interdisciplinarios, Facultad de Humanidades, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

Comité de Proyecto de Conclusión:

---

Dra. Mareia Quintero Rivera

---

Dra. María de Mater O'Neill

---

Prof. Humberto Figueroa Torres

Aprobado en Mayo 2020

## Resumen

El contenido cultural custodiado por museos e instituciones culturales debe ser accesible para personas con diversidad funcional. Los museos de arte de Puerto Rico han desarrollado herramientas y actividades para asistir a personas con discapacidad visual durante su visita al museo como, por ejemplo, talleres, recorridos especiales e integración de modelos 3D. Sin embargo, estos requieren asistencia de un guía del museo. ¿Qué pasaría si en vez de acompañar una persona durante su recorrido, generamos una experiencia que permita a las personas con impedimento visual recorrer el espacio de forma independiente? En esta investigación se analizan los conceptos cognición y diseño centrado en el usuario, para la generación de una experiencia virtual dirigida a personas con discapacidad visual. La herramienta propuesta, como resultado de la investigación, permite realizar un recorrido virtual independiente a través de una aplicación web con capacidad de lectura de pantalla.

A medida que se desarrollaba la investigación, durante marzo del 2020, los gobiernos a nivel mundial decretaron un cierre indefinido para prevenir el contagio del Covid-19. A causa del cierre temporero de las instituciones culturales, el acceso al contenido cultural ofrecido por estas instituciones se limitó. La herramienta propuesta en esta investigación no solo sirve a personas con discapacidad visual, sino que también atiende las necesidades de otros usuarios cuando los museos se encuentran cerrados.

Palabras clave:

cognición, accesibilidad, experiencia de usuario, diversidad funcional, discapacidad visual

## **Abstract**

The cultural content offered by our museums and our cultural institutions should be accessible to people with functional diversity. The art museums of Puerto Rico have developed tools and activities to assist people with visual disabilities during their visits to the museum, for example, with workshops, specially guided tours, and 3D integrated models. Nevertheless, these require direct assistance from a museum docent. What if, instead of depending on a docent throughout the visit, museums could provide an experience which enables the visitor with visual disabilities to explore the spaces within the museum by himself or herself? This research analyzes the concept of cognition and design centered in the user to generate a virtual experience for blind or partially sighted people. The tool proposed through this research enables the user to experience a virtual tour of the museum through a web application.

While the development of the research was underway, during March of 2020, governments worldwide were ordering national lockdowns to prevent the Pandemic COVID-19 from spreading. Cultural institutions were closed temporarily; and as a result, the access to the cultural content offered by these institutions was impaired. The tool proposed in this research would not only serve for people with visual disabilities, but also addresses the needs of other users when museums are closed.

keywords:

cognition, accessibility, user experience, functional diversity, visual disabilities

## **Agradecimientos**

Agradezco el resultado de este trabajo a mi familia por su apoyo incondicional en el transcurso de esta investigación. A mis profesoras, Dra. Mareia Quintero y Dra. María de Mater O'Neill por brindarme las herramientas necesarias para desarrollar de modo efectivo esta investigación. También quiero agradecer el apoyo y la disponibilidad de Humberto Figueroa, José Manolo Álvarez y Melissa Mercado. Sin ustedes esta investigación no hubiese sido posible.

**Índice**

<b>Índice de tablas</b>	<b>7</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>8</b>
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
Pandemia Covid-19	10
Descripción	12
<b>Objetivos</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo I: Diseño de experiencia para la accesibilidad en los museos</b>	<b>14</b>
Referentes conceptuales	14
Diversificación de contenido cultural	20
La accesibilidad y los museos	24
Derechos de acceso a personas con impedimentos	24
Leyes de Accesibilidad	28
Diseño de experiencias	29
Iniciativas de Accesibilidad ante la Pandemia Covid-19	34
Respuestas digitales por parte de instituciones culturales locales ante la Pandemia COVID-19	35
<b>Capítulo II: Prototipo de aplicación para la accesibilidad de las personas no videntes a las artes visuales en Puerto Rico</b>	<b>39</b>
Metodología:	40
Impacto o efecto previsto	41
Precedentes	43
Criterios de análisis Wave	45
Accesibilidad en plataformas digitales en Museos de Puerto Rico	46
Prototipado de experiencia virtual	50
<b>Reflexiones finales</b>	<b>55</b>
Limitaciones de la investigación	58
Brecha digital	60

**Anejos**

**62**

**Bibliografía**

**71**

**Índice de tablas**

Tabla 1. Informe de Accesibilidad web Museo de Arte de Puerto Rico (MAPR)	46
Tabla 2. Informe de Accesibilidad web Instituto de Cultura Puertorriqueña	47
Tabla 3. Informe de Accesibilidad web Museo de Arte de Ponce	48
Tabla 4. Informe de Accesibilidad web Museo de Arte Contemporáneo	49
Tabla 5. Informe de Accesibilidad web Museo de Historia, Antropología y Arte de la Universidad de Puerto Rico	49
Tabla 6. Análisis de color realizado en la plataforma Web Accessibility in Mind 2020	52
Tabla 7. Recursos para la primera fase de diseño de experiencia virtual	54
Tabla 8. Recursos para la segunda fase de diseño de experiencia virtual	55

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de etapas del proceso de <i>Design Thinking</i> creado por David M. Kelley y profesores de la Universidad de Stanford	18
Figura 2. Diagrama de investigación (Ruiz, 2020)	39
Figura 3 Diagrama de consideraciones de accesibilidad en el prototipo de recorrido virtual (Ruiz, 2020)	53
Figura 4 Diagrama de etapas del proceso de Design Thinking implementados en la investigación (Ruiz,2020)	58
Figura 5. Diagrama de interacciones de prototipo de recorrido virtual (Ruiz,2020)	59



## **Introducción**

El diseño de experiencia y la accesibilidad web son metodologías que permiten el desarrollo de soluciones enfocadas en las necesidades de los usuarios, independientemente de sus capacidades físicas. En el caso de los museos, integrar la tecnología en sus recorridos y la exploración de experiencias sensoriales permite que el contenido cultural sea accesible en formatos multimedia para diversas comunidades de usuarios.

Esta investigación se dirige al estudio de las estrategias desarrolladas por los museos para hacer accesible sus colecciones a personas ciegas o con visibilidad limitada. Al comienzo de la investigación se identificaron iniciativas y programas educativos dirigidos a la población de ciegos en Puerto Rico con el propósito de entender qué herramientas se utilizan actualmente y cómo se mide la experiencia del visitante. Para esto se utilizó como lugar de estudio el Museo de Arte de Puerto Rico, en la ciudad capital, San Juan, donde se identificaron programas, actividades dirigidas a personas ciegas y métodos de avalúo de experiencia. La investigadora, inicialmente, desarrolló un cuestionario digital dirigido a la experiencia del visitante, al cual se podía acceder a través de un código QR o impreso en texto braille. El propósito de desarrollar esta herramienta era que el visitante pudiera compartir su experiencia antes y después del recorrido para luego utilizar los datos recopilados en el rediseño de experiencias. Luego de realizar el cuestionario se hizo una selección de obras en sala para diseñar prototipos de experiencias sensoriales con el propósito de implementar los datos recopilados y enriquecer la experiencia del visitante ciego o despertar el interés de otros visitantes. Para generar estas experiencias, se realizó una búsqueda de precedentes enfocados en el diseño sensorial y fabricación digital en museos de arte. Esta propuesta quedó en pausa y tuvo que ser rediseñada dado a que las instituciones culturales cerraron a raíz de la pandemia Covid-19.

## **Pandemia Covid-19**

El 15 de marzo de 2020, la gobernadora Wanda Vázquez firmó la Orden Ejecutiva 2020-020 para activar un toque de queda e iniciar distanciamiento social debido a la pandemia Covid-19. Esto causó cambios en la metodología de la investigación. Es decir, hubo una transición de pensar en una herramienta de avalúo digital y diseño de experiencias sensoriales en el espacio físico, a pensar cómo podemos generar y probar una experiencia *online* dirigida a la comunidad de ciegos en Puerto Rico.

Para el rediseño de la experiencia digital se realizó una investigación sobre las necesidades de la comunidad ciega en términos de acceso a información en línea y los parámetros de diseño establecidos por la *World Wide Web Consortium (W3C)* (Lawton Henry, 2018). Según la *W3C*, crear un sitio web accesible no solo ayuda a que una persona navegue sin limitaciones, sino que puede aumentar el flujo de visitas al sitio web, disminuye los costos de desarrollo y mantenimiento, cumple con los estándares web y demuestra responsabilidad social. El diseñar sitios web accesibles es una manera de eliminar cualquier barrera que dificulte el acceso al contenido digital.

Pensando en la importancia de la accesibilidad web, se realizó una búsqueda sobre cómo los museos de arte, a nivel local e internacional, atienden a la población ciega en plataformas digitales. En esta investigación se mencionan diferentes iniciativas de accesibilidad para ciegos, entre ellas, la experiencia de recorridos individualizados y el diseño de recorridos virtuales dirigidos a las experiencias en audio.

Por otra parte, este documento incluye la respuesta de los museos tras el cierre provocado por la pandemia del Covid-19 y cómo estos se han adaptado a la digitalización del contenido cultural. En el caso de los museos locales, se incluye un informe realizado en la plataforma *Wave*, la cual permite realizar un análisis sobre la accesibilidad de una página web

e identificar elementos que deben ser cambiados o modificado para proveer una experiencia accesible. La llegada de la pandemia provocó el diseño de respuestas inmediatas en plataformas digitales. Sin embargo, es necesario cuestionarse si realmente las instituciones culturales están preparadas para atender el público de forma accesible en las plataformas digitales.

En este proyecto se presenta el desarrollo de un prototipo de experiencia de recorrido virtual en audio dirigido a personas ciegas y el proceso de diseño tras el insumo recibido durante pruebas informales. Este tiene la posibilidad de expandirse a una segunda fase en la cual se pudiese entrar en la fase de implementación y adaptar a las salas del museo para que las personas ciegas puedan realizar una visita individualizada.

## **Descripción**

*Mira con las manos: Recorrido virtual para el acceso de población no vidente a las colecciones de los museos de arte de Puerto Rico* es una investigación desde la perspectiva de diseño sobre iniciativas de accesibilidad en plataformas digitales de museos y cómo éstas impactan al visitante con limitaciones visuales. Por tal razón, se plantea el diseño de una herramienta digital, en el cual predomina el uso del sonido, con el fin de crear un recorrido virtual para que las personas con limitaciones visuales tengan la oportunidad de acceder al contenido cultural de forma independiente. Esta investigación parte de la premisa de que son necesarias herramientas de avalúo de experiencias del visitante y el acceso al contenido cultural en formatos multimedia.

Para fines de este trabajo, se estarán analizando modelos de experiencias educativas y guías de diseño con enfoque en temas de accesibilidad, sensorialidad e impacto social. También, se analizarán las iniciativas que están llevando a cabo instituciones culturales a nivel internacional para proponer un modelo de experiencia que se adapte a las necesidades de una institución local.

## **Objetivos**

1. Estudiar experiencias de accesibilidad para ciegos desarrolladas por los museos de arte en Puerto Rico.
2. Crear el diseño de un prototipo digital para una aplicación web que incluya la descripción en audio de una selección de obras, datos sobre al artista y descripción detallada de elementos estéticos.
3. Proponer este prototipo como un modelo de experiencia de recorrido digital en audio para personas ciegas, o con ceguera parcial, que se pueda implementar en una institución local.

## Capítulo I: Diseño de experiencia para la accesibilidad en los museos

### Referentes conceptuales

Desde que nacemos percibimos el mundo a través de los sentidos. Cuando iniciamos nuestro aprendizaje cognitivo utilizamos los sentidos para relacionar olores con sabores, visión con colores, tacto con texturas y sonido con vibraciones. Es así como empezamos a entender nuestro contexto cultural y, mientras crecemos, atamos esas memorias a nuestras experiencias de vida. Este proyecto parte de un acercamiento teórico a conceptos como cognición, accesibilidad, diseño centrado en el usuario y experiencia de usuario, como una oportunidad para el avalúo de experiencias educativas y el diseño de nuevos medios de acceso a contenido cultural.

Edwin Hutchins (1996), en su libro *Cognition in the Wild*, plantea que la cognición debe entenderse como un proceso social que parte del reconocimiento de que los seres humanos crean sus capacidades cognitivas en la medida que construyen el medio ambiente en el que ejercen esas capacidades. Hutchins, considera los artefactos cognitivos como objetos físicos diseñados por humanos y que tienen el objetivo de ayudar, realzar e, incluso, mejorar nuestra cognición (Hutchins, 1996, p. 126). Para efectos de esta investigación, se define el concepto de cognición como: la experiencia que se genera cuando se relacionan distintos tipos de lenguajes con los sentidos para fomentar el aprendizaje a través de la interacción.

Existen diferentes definiciones de lo que es la experiencia. Desde el punto de vista epistemológico, el filósofo John Dewey ha definido el concepto como una conexión hacia atrás y hacia adelante entre lo que hacemos y lo que sentimos, como consecuencia (1998). El autor critica la percepción que se tiene del estudiante en las escuelas, donde generalmente se le considera un espectador teórico que adquiere conocimiento sin tomar en consideración si él

mismo está o no disfrutando de la experiencia. Esta crítica expuesta por Dewey es algo que ocurre tanto en el contexto de la escuela como en los museos de arte.

Existen varias definiciones del término “experiencia de usuario”, pero la investigadora se alinea con la de *International Organization for Standardization (ISO)* en la que se describe como “las percepciones y respuestas de las personas como resultado del uso de un producto, servicio o sistema”. Según *ISO*, la experiencia de usuario incluye todas las emociones, creencias, preferencias, percepciones, respuestas físicas, comportamientos y logros de los usuarios ocurridos antes, durante y después del uso.

La investigación dirigida por el diseño es una metodología de investigación que hace descubrimientos a partir de la intervención directa del investigador mediante el empleo de prácticas de diseño como medio principal. En éste tipo de investigación se utilizan herramientas y métodos de indagación basados en actividades, permitiendo la búsqueda de soluciones a un problema a través de un proceso iterativo de diseño (*Design Led Research*, 2020). El diseño iterativo es un proceso no lineal de continua experimentación, prueba y evaluación. En los procesos iterativos se busca mejorar las soluciones, cada ajuste se alinea a los resultados obtenidos en las pruebas de usuario. Según Richard Coyne, profesor de la Universidad de Edimburgo, la diferencia entre la investigación dirigida por el diseño y la que se ejerce en el campo de las ciencias sociales y la antropología es que la investigación dirigida por el diseño descubre lo que se puede aprender de la intervención directa del investigador a través del estudio etnográfico (Coyne, 2006 p1-2).

Por otra parte, Don Norman (1988), profesor de ciencia cognitiva en la Universidad de California, San Diego en su libro *The Psychology of Everyday Things*, plantea el Diseño centrado en el usuario (DCU) como una teoría basada en las necesidades y los intereses del usuario, enfatizando en que los productos deben ser utilizables y comprensibles. El autor

plantea como principios claves del DCU que el usuario pueda imaginar las interacciones y pueda saber lo que está pasando y lo que puede hacer. Según Norman (1988), el diseño no debe obstaculizar la acción y para esto propone tres modelos conceptuales: el modelo de diseño, el modelo del usuario y la imagen del sistema. El modelo de diseño es el concepto creado por el diseñador, el modelo del usuario explica el funcionamiento del sistema y la imagen del sistema es donde el diseñador crea un sistema funcional, fácil de aprender y utilizable. Este último es el modo en el que el usuario interactúa y adquiere conocimientos del sistema.

El proceso de Diseño centrado en el usuario propuesto por Norman se divide en cuatro fases:

1. observación
2. generación de idea
3. prototipo
4. prueba

La fase más importante es la observación de los usuarios en contexto para comprender sus intereses, motivos y necesidades reales.

La investigación usa la metodología de *Design Thinking*. Hay varias modalidades, pero para esta investigación se usó la versión desarrollada por el diseñador y socio fundador de IDEO en los años setenta, David Kelley y la Universidad de Stanford. El *Design Thinking* es una metodología que surge con la creación de la escuela de diseño Bauhaus (Peñaranda, 2019). Esta metodología de diseño se centra en las necesidades del usuario. Durante el proceso de diseño se cuestiona el problema para identificar los posibles factores y sintetizarlos en solo uno, luego en la fase de solución de problema se identifica un elemento



diferenciador para seleccionar una solución que se ajuste a las necesidades de las personas a través de un diseño comprensible y utilizable.

Metodologías similares de diseño también han sido propuestas por Bruce Archer, ingeniero mecánico que en 1963 desarrolló el *Método sistemático para diseñadores*, (Pérez, Verdaguer, Tresserras y Espinach, 2002, p.5) el cual divide el proceso de diseño en tres etapas:

1. analítica, que se basa en la definición e investigación del problema,
2. creativa, compuesta del análisis, síntesis de datos y desarrollo de prototipos,
3. ejecución, es la preparación y ejecución de experimentos para validar el diseño.

En las distintas teorías propuestas, la observación es una de las etapas más importantes, es donde se comienza a hacer un estudio etnográfico y conocer las necesidades del usuario en un contexto particular. Esta etapa se diversificó con la llegada de la web 2.0, la que permite la participación activa de los usuarios en la creación y difusión de contenido web. La Dra. Heidi Figueroa, catedrática de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, explica en los módulos *Etnografía online 1-3* (O'Neill, Comunicación personal, 9 de mayo de 2020), cómo los estudios etnográficos se pueden aplicar utilizando la web 2.0. Figueroa, plantea las relaciones que existen entre métodos como la etnometodología utilizando la definición de Harold Garfinkel (1917-2011), basada en comprender la situación social desde la perspectiva del participante y las tecnologías emergentes definidas por Graham y Dourish (1996), los cuales plantean que la interacción genera nuevas formas de comportamiento que se estructuran en el medio mismo y que éstas son parte del contexto de la actividad social.

La idea del *Design Thinking* en el año 2004 se popularizó por Tim Brown, presidente de la empresa IDEO, en la revista *Harvard Business Review*. Brown expone: “es una

disciplina que usa la sensibilidad y los métodos del diseñador para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente y en una oportunidad de mercado” (2018, p.3).

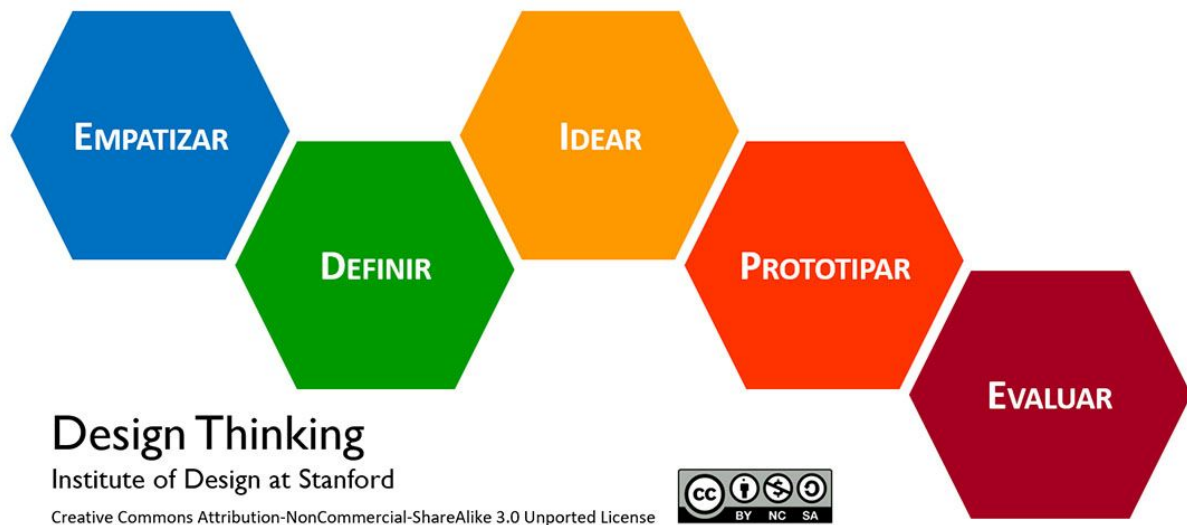


figura 1. Diagrama de etapas del proceso de *Design Thinking* creado por David M. Kelley y profesores de la Universidad de Stanford.

El *Design Thinking* es un proceso iterativo, el cual es utilizado para explorar la experiencia del usuario a través de los siguientes pasos (ver Fig.1):

1. empatía: etapa de investigación y observación para comprender el problema que se intenta resolver, obtener información sobre las necesidades y adentrarse en la experiencia del usuario.
2. definición de problema: es el proceso de análisis de observaciones y sintetización de información para identificar el problema.

3. ideación: en esta etapa el investigador debe tener un amplio conocimiento sobre el problema a resolver y el usuario para generar posibles soluciones y buscar formas alternativas de ver el problema.
4. prototipado: es una etapa iterativa y experimental donde se materializan las posibles soluciones para identificar elementos que deben cambiar o mejorarse para acercarnos a una solución eficaz.
5. prueba: es una etapa iterativa donde se ponen a prueba los prototipos con los usuarios, para mejorar la solución y validar si nuestra propuesta responde a las necesidades del usuario.
6. implementación: es la etapa donde se comparte el producto final con el usuario para recibir retroalimentación y se generan guías para evaluar el proyecto de manera crítica.

Estos pasos representan un proceso colaborativo que ayuda al diseñador a conectar con el usuario, identificar una necesidad, crear soluciones que se ajusten a las necesidades de un individuo y ponerlas a prueba en un contexto particular. Si vemos el diseño de la experiencia en el contexto del museo podemos definirla como la memoria y el significado que crea una persona a través de la interacción con un objeto u obra de arte. El análisis de experiencia en los museos de arte puede ayudar identificar si, en efecto, las actividades educativas que se realizan en el museo son “accesibles para todos” y repensar el diseño de la experiencia del visitante en el espacio físico y virtual.

Al diagramar las experiencias del visitante creamos una nueva narrativa, identificamos los intereses del usuario y hacemos conexiones significativas entre el objeto y el espectador. Este proyecto busca establecer conexiones cognitivas en los recorridos de los museos de arte para atraer visitantes y promover la accesibilidad en medios digitales. La razón principal de analizar la experiencia del usuario es adaptar el contenido educativo y

experiencias culturales a formatos multimedia que faciliten el entendimiento a las personas con limitaciones visuales de manera situada. Esto, con el fin de que estas experiencias permitan la igualdad de posibilidades de acceso a la información que se encuentra en el espacio físico y virtual de las instituciones culturales. La integración de formatos multimedia a la experiencia del museo permitirá que el público sea capaz de ver las obras de arte a través del sonido en el espacio virtual y en el espacio físico a través de la exploración de materiales o implementación de tecnología.

### **Diversificación de contenido cultural**

Históricamente los museos han sido las instituciones encargadas de custodiar el patrimonio artístico y generar experiencias educativas basadas en las expresiones artísticas que representan la cultura de una sociedad o un momento en nuestra historia. En la actualidad, los museos se enfrentan a los retos que presentan los cambios culturales entre los que se encuentran: vínculo con la comunidad, necesidades de ampliar sus públicos, accesibilidad y tecnología. Como respuesta a estos cambios, han comenzado a diseñar estrategias para atender el tema de la accesibilidad a través del diseño experiencias del visitante.

Un ejemplo es el programa educativo del Museo Nacional del Prado en España, donde se exploran diversas actividades experimentales y ejercicios de codiseño para fomentar el aprendizaje del arte. Una de estas actividades es 200 y+, un taller de videojuegos en el cual los participantes desarrollaron una narrativa interactiva donde presentaron la relación entre el museo y su contexto a través del diseño digital (Museo Nacional del Prado, 2019). Esta actividad no solamente se atempera a las necesidades e intereses del público, sino que ayuda

a visualizar nuevos medios de acceso al contenido cultural. La meta del programa es innovar y crear recursos educativos que trascienden el espacio de modo físico o virtual.

Otro ejemplo, a nivel local, lo es el Museo de Arte de Puerto Rico (MAPR), donde se han desarrollado programas educativos en colaboración con artistas con diversidad funcional, como lo fue el taller y la exposición *Manos que miran y expresión corporal en barro*, liderada por el artista Luis Felipe Passalacqua en el año 2013 (Román, 2013). Sin embargo, aunque existe un programa educativo que trabaja el tema de la accesibilidad y creatividad, cabe replantearse si existen experiencias accesibles que contemplen el uso de técnicas alternativas para explorar la sensorialidad y acceder al contenido cultural.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó en su página web que, actualmente, existen 1,300 millones de personas con baja visión, de los cuales 36 millones son ciegas (*World Health Organization: WHO*, 2019). Dada la posibilidad de aumento de casos, y como medida de prevención, se creó el plan *Salud ocular universal: un plan de acción mundial para 2014- 2019* el cual se divide en cinco partes: acceso universal y equidad; derechos humanos; práctica basada en datos científicos; enfoque basado en la totalidad del ciclo vital; y potenciación de personas con ceguera y discapacidad visual. Esta última se enfoca en que las personas con ceguera puedan participar plenamente en todos los aspectos de la vida social, económica, política y cultural. Por lo tanto, es importante crear iniciativas donde se aborden temas de accesibilidad para poblaciones con limitaciones visuales. Las plataformas digitales y los recursos multimedia pueden ser un canal para que las personas con limitaciones visuales puedan acceder e interpretar los recursos culturales.

Según el arquitecto Juhani Pallasmaa en su libro *The Eyes of the Skin* (1996), oír estructura y articula la comprensión espacial. Pallasmaa plantea que es a través de la audición que nos conectamos con nuestro contexto. Sin embargo, reconoce que, aunque creamos

constantemente memorias e imágenes basadas en el sentido de la audición no somos conscientes del significado del oír en el diseño de experiencias. Para el autor, el sonido es un modo de representación visual omnidireccional que puede conectarse y crear relaciones con los otros sentidos. Si partimos de esta perspectiva, el sonido puede transformarse en una herramienta que permita explorar la posibilidad de invertir los sentidos para generar experiencias educativas como, por ejemplo: ver y reconocer imágenes a través del audio, sentir el sonido a través del tacto y recorrer un espacio a través del sonido. Esto ayudará a comparar cómo es la experiencia del usuario durante la visita al museo de modo físico y virtual para atarla al contenido educativo aplicando consideraciones de accesibilidad para una audiencia.

El Título III de las leyes de accesibilidad *Americans with Disabilities Act* (ADA) 1990 establece que en todo edificio público como, por ejemplo, museos, bibliotecas y escuelas, debe cumplir con los reglamentos arquitectónicos de accesibilidad y el desarrollo de una comunicación adecuada con personas que padezcan alguna discapacidad auditiva, visual o del habla, y otros requisitos de acceso. Por ende, es importante tomar en consideración que, al igual que un artista plasma una experiencia o sentimiento en una obra de arte, el espectador con discapacidad visual pueda explorar la obra y crear conexiones culturales en formatos multimedia.

La implementación de tecnología y experiencias digitales en espacios de museos es un tema que se está hablando a nivel mundial. Sin embargo, es posible que en Puerto Rico aún no se hayan implementado propuestas de experiencias cognitivas, estéticas y tecnológicas atadas a al contexto del visitante que conecten el recorrido espacial y el virtual. Según la presidenta del Consejo Internacional de Museos (ICOM por sus siglas en inglés) Suay Aksoy, en la ponencia del tema del ICOM Kyoto 2019, *Los museos como centros culturales: el*

*futuro de la tradición*, a medida que las innovaciones digitales y tecnológicas se convierten en una parte más importante de nuestra vida cotidiana, los museos enfrentan el desafío de abrazar el futuro para preservar el pasado.

El personal docente del Museo de Arte de Puerto Rico ha comenzado a explorar la posibilidad de hacer inclusivas sus exposiciones mediante la compra de obras originales a pequeña escala con el propósito de generar una experiencia sensorial en sus recorridos guiados. Sin embargo, aunque existe un programa educativo que trabaja el tema de la accesibilidad y creatividad cabe replantearse si existe una experiencia dirigida a personas ciegas que fomente el aprendizaje independiente y que contemple el uso de técnicas alternativas para explorar la sensorialidad en el contexto cultural.

Por tal razón, en esta investigación se propone el diseño de experiencias accesibles en formato digital con el propósito de crear nuevas narrativas educativas en espacios de museos partiendo de la cotidianidad, experiencia del visitante, *Design Thinking* y la integración de herramientas multimedia. Esto, con el fin de brindar alternativas de accesibilidad al contenido educativo en museos y experiencias multisensoriales, donde el visitante pueda acceder al contenido de las salas en múltiples formatos como, por ejemplo, audio integrado a plataformas digitales o juegos que complementan el recorrido físico con la exploración digital.

El desarrollar una herramienta como ésta en el contexto puertorriqueño puede ayudar a los museos de arte a generar el interés de los visitantes con limitaciones visuales y proveer opciones de acceso independiente al contenido cultural. Esta herramienta, además de funcionar como elemento educativo, puede aportar al desarrollo de memorias culturales y despertar la curiosidad y el interés de las diferentes comunidades. Igualmente, ayuda a que las

instituciones culturales se adapten a los cambios culturales y tecnológicos a través de la exploración de medios alternativos.

### **La accesibilidad y los museos**

La *Web Accessibility Initiative* define la accesibilidad web como la posibilidad de que personas con algún tipo de discapacidad utilicen la web sin dificultades. Es decir, que el diseño permita a las personas percibir, entender, navegar e interactuar con la web, aportando a su vez contenidos. Aplicada al contexto de las artes visuales y el contenido cultural, nos referimos al concepto de accesibilidad como la capacidad de acceso que tiene una persona a los contenidos digitales y físicos. En el caso de los contenidos en formato digital, existe la necesidad de integrar recorridos virtuales accesibles a las plataformas digitales para que las personas puedan acceder al contenido cultural desde cualquier lugar. El creador de la World Wide Web, Tim Berners-Lee, expresó en la *15th International World Wide Web Conference* celebrada en Edimburgo, Escocia en el año 2006: “El poder de la web está en su universalidad. Que todo el mundo pueda acceder, a pesar de la discapacidad, es un aspecto esencial.”

### **Derechos de acceso a personas con impedimentos**

En el año 2017 surgió un grupo de demandas en Estados Unidos a hoteles, galerías y escuelas de arte por falta de herramientas accesibles en sus sitios web. Estas demandas incrementaron de 814 a 2,258 en el periodo de un año (Vu, Launey, & Ryan, 2019). Las demandas fueron realizadas por personas con discapacidad visual y auditiva.

Entre los demandantes se encuentra Deshawn Dawson, residente ciego de Brooklyn, quien en el 2019 realizó 37 demandas donde argumentó que las galerías de Nueva York



violaban el Título III de las leyes de accesibilidad ADA (*American with Disabilities Act*), que exige a las empresas y lugares públicos que acojan a las personas con discapacidades. Estas demandas surgieron a raíz de que, según ciudadanos de la comunidad con discapacidad auditiva y visual, las páginas web de algunas galerías carecían de fichas con textos alternativos y no eran accesibles para personas con discapacidad auditiva y visual.

Luego de las demandas realizadas por Dawson, surgieron unas 75 más, realizadas por Philip Sullivan, un residente sordo de la ciudad de Nueva York. Este grupo de demandas incluía cinco escuelas: *The School of the Art Institute of Chicago*, *The College for Creative Studies en Detroit*, *The Ringling College of Art and Design en Florida*, *The Art Academy of Cincinnati*, y *The Stephens Institute en San Francisco*. Como resultado de las demandas realizadas bajo el Título III de las leyes de accesibilidad ADA, las instituciones culturales y educativas han comenzado a adoptar múltiples iniciativas de accesibilidad en sus sitios web.

La visión de accesibilidad desde la perspectiva sensorial, experiencia de usuario y reconocimiento de necesidades de las poblaciones con discapacidad visual ha sido expuesta en diferentes plataformas como, por ejemplo, en el artículo *How Museums are Making Artworks Accessible to Blind People Online* publicado en la revista *Art in America*. La autora del artículo, Emily Watlington (2020), expone cómo los museos y artistas han comenzado a explorar el uso de textos alternativos para personas ciegas. En el año 2014, los esfuerzos del *Metropolitan Museum of Arts* fueron reconocidos por la Federación Americana para personas con limitaciones visuales quienes le otorgaron el Premio de Acceso por la creación de textos alternativos en su sitio web, los cuales no sobrepasan las 30 palabras y se pueden acceder a través del lector de pantalla. Tomar en consideración el diseño accesible es una oportunidad para generar nuevas prácticas alternativas de aprendizaje y contenido en los museos de arte.

En Puerto Rico, el impedimento visual es el cuarto tipo de diversidad funcional más significativo, según los datos de la Encuesta sobre la Comunidad del *U.S Census Bureau* realizada en el año 2012. Según los datos recopilados, de encuestas realizadas en el 2012 por el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, el 32.1 por ciento de la población sufre problemas de visión de los cuales un 6.1 por ciento sufre de limitaciones visuales severas o ceguera.

La encuesta realizada por el IEPR reveló, a través de una comparación entre un grupo sin problemas visuales y un grupo con problemas visuales, que las personas con problemas de visuales tienen mayor limitación en la realización de actividades por problemas físicos, emocionales y necesidad de equipo especial (Venegas, 2018). Estos datos validan la importancia de desarrollar medios alternativos para el desarrollo de contenido educativo y acceso a contenido digital donde las personas ciegas o con problemas visuales puedan acceder de forma independiente. El diseñar pensando en temas de accesibilidad es una forma de que las organizaciones culturales dirijan sus esfuerzos a un segmento de visitantes, amplíen sus públicos y se adapten a los cambios tecnológicos.

Actualmente, museos, artistas y diseñadores de distintas partes del mundo han tomado la iniciativa de generar actividades y contenido digital para fomentar la accesibilidad. Un ejemplo de esto es la *Guía de Accesibilidad en las Artes: una promesa y una práctica* creada en el año 2019 por la artista Carolyn Lazard. Esta guía detalla formas en que las personas con diversidad funcional están excluidas de los espacios culturales y ofrece recomendaciones de posibles soluciones para organizaciones culturales pequeñas o sin fines de lucro. Lazard (2019) reconoce los problemas presupuestarios y plantea que para trabajar con la accesibilidad es necesario pensar no solo la infraestructura, sino en el diseño de exposiciones y programas que aborden las necesidades de los públicos que se busca atraer.

Otra iniciativa para trabajar el tema de accesibilidad es la del MCA Chicago, donde se está generando un *software* de código abierto llamado Coyote, el cual ayudará a almacenar descripciones e incluirá pautas para mejores prácticas en la descripción de obras de arte. Es importante destacar que existen plataformas de apoyo para la generación de textos alternativos que permiten la accesibilidad a obras de arte a través de descripciones de escritura y audio. También existen aplicaciones digitales como *Oh Caption, My Caption*, que permiten la generación de textos alternativos gratuitamente.

El campo del texto alternativo integrado a las páginas web de los museos es una herramienta que no solo optimiza los motores de búsqueda, sino que permite la accesibilidad de contenido para personas ciegas, contrario a las palabras claves, que solo agilizan los motores de búsqueda sin ninguna descripción. Por otra parte, los recorridos táctiles son una alternativa que ayudan a facilitar la accesibilidad del contenido al tener contacto con superficie o materiales que complementen la información de la obra. Esta es una iniciativa que se ha trabajado en el Museo de Arte de Puerto Rico en los recorridos guiados a través de la utilización de reproducciones de las obras como material de apoyo.

Además de las alternativas mencionadas anteriormente, los recorridos independientes pueden brindar una experiencia totalmente accesible a las personas ciegas, estos pueden combinarse con material de apoyo como audioguías insertadas en el sitio web, textos en braille y mapas interiores permitiendo una experiencia completa. En Puerto Rico parece ser que esta iniciativa no se está llevando a cabo. La necesidad de los museos de adaptarse a los cambios tecnológicos y atender temas de accesibilidad ha llevado al Science Museum de Londres a colaborar con la compañía de diseño *Conjure* para la creación de la aplicación digital *Audio Eyes*, la cual combina distintas tecnologías como fabricación digital, mapas,

sensores de proximidad y audios descriptivos para permitir que un usuario ciego pueda recorrer el museo de forma individualizada.

Siguiendo un enfoque similar, en el año 2019 todos los museos del Smithsonian comenzaron a utilizar Aira, una aplicación móvil que se conecta a unas gafas inteligentes para promover el recorrido independiente y mejorar la experiencia de los visitantes con limitaciones visuales.

Aunque estas soluciones requieren de unos conocimientos particulares en diseño y programación, pueden ser una oportunidad para que las organizaciones diversifiquen sus contenidos, atraigan nuevos públicos , utilicen la tecnología y la web para generar nuevas herramientas donde se implementen medidas de accesibilidad.

### **Leyes de Accesibilidad**

La Ley 229 del año 2003 de Puerto Rico: *Ley para Garantizar el Acceso de Información a las Personas con Impedimentos*, establece que “con los avances en la tecnología de la informática, la presentación exclusiva de los datos electrónicos en forma visual, constituye una barrera que impide a las personas que padecen enfermedades o condiciones relacionadas con la visión o con impedimentos motores, el acceso a áreas vitales de su desarrollo como lo son la educación y el ámbito laboral”. También, enfatiza en que el formato de páginas web debe tener herramientas que permitan eliminar las barreras de acceso a la información que se encuentra en formatos digitales. A nivel federal, la Sección 508 de la *Ley de Rehabilitación Vocacional* de 1973, enmendada en 1998, establece que las agencias federales deben hacer que su tecnología electrónica e informática sea accesible para personas con discapacidad. La Sección 508 se creó con el fin de eliminar barreras en tecnologías de la información; así mismo, enfatiza que las agencias deben facilitar a empleados con

discapacidades y miembros de acceso público información comparable. “Las leyes estatales y federales, como la Sección 508 de la *Ley de Rehabilitación Vocacional* de 1973, según enmendada, y la Ley 229 de 2003 de Puerto Rico, garantizan el acceso a la información en las páginas web, y que el diseño de éstas como los formatos de los documentos están accesibles para el uso de asistencia tecnológica” (López, 2014).

Por otra parte, Puerto Rico cuenta con un capítulo en la World Wide Web donde las personas pueden acceder a una guía en la cual se estipulan los elementos que debe contener una página web y la necesidad de éstos. Además, el Programa de Asistencia Tecnológica de Puerto Rico (PRAT) localizado en la Universidad de Puerto Rico, provee una lista de herramientas en línea que pueden servir para la revisión del contenido cultural que se publica en los diferentes sitios web.

### **Diseño de experiencias**

John H. Falk y Lynn D. Dierking (2000) en su libro *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making Meanings* estudian las experiencias de los visitantes de museos basándose en la segmentación de público para diseñar experiencias co-creadas por los visitantes. Una de las cosas que resaltan los autores es la necesidad de estudiar la experiencia del visitante a través de un proceso de diseño colaborativo. Falk y Dierking relacionan el estudio de las experiencias con una entidad fluida y cambiante con múltiples experiencias, similar a la evolución cultural en lugar de dos elementos separados y rígidos.

Actualmente, museos internacionales como lo son el Cooper Hewitt, Art Institute of Chicago y el MOMA, en colaboración con laboratorios de diseño, han comenzado a integrar audios descriptivos a los recorridos, plataformas digitales y realizar exposiciones basadas en experiencias sensoriales interactivas para fortalecer la experiencia educativa del visitante. Un

ejemplo de esto es la exposición *The Senses: Design Beyond Vision* realizada en el Museo de Cooper Hewitt la cual presenta diferentes instalaciones artísticas que aluden a la experimentación sensorial como, por ejemplo, creación de objetos tangibles, patrones digitales o formas creadas por el espectador, donde permite disfrutar de una experiencia inclusiva para personas con diversas funcionalidades (ciegos, sordos, mudos, poca sensibilidad en las manos y personas con sus cinco sentidos activos) (*The Senses: Design Beyond Vision* | Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum, 2018).

La exposición está acompañada por el libro *The Senses: Design Beyond Vision* el cual reúne el trabajo de diseñadores y artistas, que pueden ser experimentados directamente por los visitantes del museo. Las curadoras de la exposición, Ellen Lupton y Andrea Lips, describen en el libro cómo la experiencia sensorial se ata a las memorias que el ser humano construye durante toda su vida y cómo la fusión de los sentidos se puede explorar a través de la interpretación e interacción con una obra de arte. Las autoras presentan múltiples ejemplos de la transformación de olores, sabores, sonidos, reconocimiento de elementos estéticos a causa de distintas enfermedades y cómo los artistas con diversidad funcional representan estos sentidos en sus obras. (Lupton & Lips, 2018)

Por otra parte, el *Art Institute of Chicago* creó una aplicación móvil que incluye una audioguía y un mapa con detección de ubicación, lo cual permite que tanto el visitante vidente como el visitante ciego tengan igualdad en el acceso a contenido educativo. La aplicación está diseñada para recorrer 1,000,000 de pies cuadrados que componen la totalidad de salas de exposición del museo en los tres niveles. Esta iniciativa es un ejemplo de cómo se puede crear accesibilidad al contenido educativo utilizando la tecnología para promover el aprendizaje independiente de elementos estéticos a través del audio.

El diseño de experiencias nos permite entender y comprender las condiciones humanas; en lugar de crear elementos estéticos, se crean significados y memorias mediante el uso de materiales y herramientas multimedia. La idea de crear memorias a través del uso de materialidades es algo que se trabajó recientemente en la exposición de arte *The Senses: Design Beyond Vision*, del Museo Nacional de Diseño Cooper Hewitt, una muestra de piezas e instalaciones artísticas presentadas en un recorrido donde se resaltan individualmente los cinco sentidos. La exposición *The Senses: Design Beyond Vision* fue reseñada en *Why sensory design?* (2018), un artículo donde Ellen Lupton y Andrea Lipps narran cómo el ser humano crea memorias a través de las experiencias sensoriales y las adapta durante toda la vida. Igualmente, exponen cómo ha evolucionado el proceso de diseño desde la creación de elementos estáticos que el espectador contempla, hasta la creación de diseños donde se estudia cómo las personas pueden interactuar con el objeto creado (Lupton & Lipps, 2018).

En el contexto puertorriqueño es importante resaltar que, aunque se han llevado a cabo diversos esfuerzos como los recorridos guiados a personas ciegas en la Muestra Nacional de Artes en 2018 del Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP), aún existen diferencias entre la experiencia de un visitante con limitaciones visuales y un visitante sin limitaciones visuales. Una persona sin limitaciones visuales puede llegar al museo y recorrerlo en cualquier momento. Sin embargo, una persona con limitaciones visuales no puede porque debe coordinar una cita previa para que los recursos estén disponibles. Si, en vez de tener esas herramientas individuales, generamos contenido dirigido a la experiencia del visitante con limitaciones visuales estaríamos creando un nuevo modelo de apreciación de las artes visuales donde la visión no sería una limitación. Este nuevo modelo pudiese adaptarse no solo a la visita del museo físicamente sino a la experimentación virtual lo cual puede tener un impacto en el número de personas a nivel mundial que pueden acceder al

contenido educativo de las colecciones de arte puertorriqueño. Experimentar e interactuar en el museo, ya sea a través de la experiencia digital o física, es una manera de generar memorias e interés en las artes visuales partiendo de que existen modos de interpretar, sentir e imaginar las artes o elementos estéticos desde la exploración de los sentidos. En el año 2008, la Fundación Luis Muñoz Marín presentó la exposición *Caribe China* conceptualizada y diseñada por Rubberband Design Studio, dirigida por María de Mater O'Neill y curada por la historiadora, Annie Santiago. El diseño de esta exposición fue creado pensando en la experiencia del visitante de manera inclusiva, se tomaron en cuenta aspectos de accesibilidad como el acceso al contenido educativo multimedia, textos en Braille y consideraciones de diseño de espacio para que el público pudiese explorar la exposición de forma háptica. Es decir, el público podía tocar la arena que se utilizaba para fabricar las vajillas y sentir el proceso de la fabricación a través de la exploración de los sentidos. A su vez los no videntes podían leer los textos educativos en conjunto con visitantes videntes (O'Neill, 2018).

Actualmente en Puerto Rico, existen colecciones digitalizadas en la plataforma *Google Arts and Culture*. Por ejemplo, parte de la colección del Museo de Arte de Puerto Rico, provee la obra acompañada de contenido histórico o datos biográficos del artista, pero no se incluyen descripciones de elementos estéticos de obras ni audios descriptivos, limitando el que una persona ciega pueda conocer la colección que se encuentra en formato digital. Un modo de trabajar la accesibilidad para personas ciegas en las plataformas digitales es añadir una descripción o subtítulos cortos relacionados a los elementos estéticos de la obra para que la persona ciega pueda imaginar la pieza y la conexión que tiene con los datos históricos que la acompañan.

Por otra parte, hay quienes plantean el espacio expositivo y educativo como un lugar donde se traduce la información del contexto cultural a actividades prácticas en *makerspaces*



como un medio de romper con las barreras de accesibilidad. Siguiendo esta línea de pensamiento, la diseñadora de experiencias Desi González plantea en su investigación de tesis *Museum Making: Creating with New Technologies in Art Museums* el concepto *museum making*, el cual define como nuevas formas de producción creativa en espacio de museos. Además, analiza cómo se prepara el personal docente para llevar a cabo iniciativas educativas tomando en consideración los retos financieros, tecnológicos e institucionales. La autora plantea soluciones tecnológicas, como la integración de los *makerspaces* en los espacios de museos, con la intención de promover la creación artística y hacer el espacio de museo inclusivo y accesible (González, 2015). El trabajar con la fabricación digital o el uso de *makerspaces* para la generación de contenido es una herramienta complementaria a los elementos educativos dado que funcionan para entender una obra a través del diseño tridimensional. Sin embargo, es importante estudiar las necesidades del usuario debido a que la textura áspera de las impresiones tridimensionales (*PLA o ABS*) pueden provocar una sensación negativa en personas con condiciones de salud.

Adolfo Newball Navarro, de la Universidad Javeriana de Cali, Colombia, e Isidoro Sánchez Morales Isidro, de la Universidad Complutense de Madrid, trabajan el tema de la inclusividad atada a elementos tecnológicos en el diseño de museografía *in situ*. Según Newball y Sánchez (2017) las tecnologías de la información y la comunicación en el museo buscan acercar el público al museo. En el espacio físico del museo tienen sentido las instalaciones hipermedia que faciliten experiencias culturales innovadoras. La interactividad (relaciones virtuales), debe convivir con la interacción (relaciones físicas y personales) y estar al servicio de todas las personas, partiendo de que todas y todos tenemos limitaciones. Trabajar interdisciplinariamente ayuda a comprender mejor el museo para ponerlo al servicio de las personas. Newball y Navarro plantean que el museo debe ampliar su experiencia más

allá de las paredes e integrar a los visitantes de manera participativa a través del uso de narrativas hipermediales. Esto, tomando en consideración aspectos de accesibilidad física, sensorial, cognitiva y estética.

Si los museos se han adaptado a los tiempos y quieren abrirse a todos los sentidos, no solo se necesita una accesibilidad universal, sino que la integración y la multiculturalidad deben estar presente de forma efectiva. Para esto debe existir un ecosistema digital donde las herramientas digitales, como datos de información multimedia, instalaciones interactivas, sistemas de audioguías, aplicaciones móviles para su uso en y fuera del museo se conecten unas con otras. Un ejemplo de esto es la exposición sobre la obra de Renoir en el Museo Nacional de Thyssen en España, donde se creó una versión táctil, recreación de olores del jardín y recreación sonora de la obra *Mujer con sombrilla en un jardín* (Barinaga López, Moreno Sánchez, & Navarro Newball, 2017, p. 107). Esta iniciativa de accesibilidad no solo es útil para personas con limitaciones visuales o auditivas, sino que invita al visitante a explorar todos los sentidos y generar nuevas narrativas utilizando herramientas multimedia. El utilizar herramientas multimedia en el espacio físico y digital puede ser una estrategia que impacte, no solo en temas de accesibilidad, sino que abriría una puerta para que los museos de Puerto Rico presenten sus colecciones y puedan generar conexiones, intercambios y exposiciones virtuales en colaboración con museos internacionales.

### **Iniciativas de Accesibilidad ante la Pandemia Covid-19**

Actualmente, los museos se enfrentan al reto de adaptar sus colecciones a las plataformas digitales y los cambios tecnológicos de forma accesible. Tras la emergencia mundial ocasionada por la pandemia del COVID-19, las instituciones culturales se vieron obligadas a cerrar sus instalaciones. Esto resultó en la creación de un blog llamado *Museums*

*and Equity in Times of Crisis* por la American Alliance of Museums con el fin de discutir cómo implementar herramientas accesibles, y la toma de decisiones en momentos donde las instituciones culturales se encuentran en una situación económica vulnerable (Plumley, 2020).

Por otra parte, museos como *The British Museum*, *National Gallery of Art*, *National Museum of Modern and Contemporary Art*, *Pergamon*, *Rijksmuseum*, *Van Gogh Museum*, *Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand*, *Museo Nacional de Antropología*, *National Museum of Natural History* y *Metropolitan Museum of Art* han lanzado a las plataformas digitales recorridos virtuales utilizando herramientas multimediáticas (texto, audio, video, gráficas, imágenes) para que toda persona, sin distinción de capacidades físicas, pueda disfrutar del contenido cultural.

En el caso de las instituciones culturales de Puerto Rico, éstas han publicado desde talleres educativos hasta el acceso a contenido digital (imágenes, textos, películas, música) buscando atraer al público general, pero no necesariamente se atan a la experiencia del museo y en algunos casos no contemplan temas de accesibilidad para personas ciegas. Ahora más que nunca es necesario el desarrollo de herramientas alternativas, accesibles y tecnológicas para la difusión del contenido cultural en tiempos donde las instituciones culturales se encuentran cerradas. Igualmente es importante que las experiencias contemplen parámetros de diseño accesible para proveer la igualdad de acceso al contenido cultural.

## **Respuestas digitales por parte de instituciones culturales locales ante la Pandemia COVID-19**

**Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP) <https://www.icp.pr.gov/>**

El ICP lanzó una convocatoria para invitar a las personas a visitar su archivo cinematográfico donde se encuentran digitalizadas 36 producciones de la División de Educación de la Comunidad (DIVEDCO). Por otra parte, las colecciones discográficas se pueden acceder a través de Puerto Rico Cultural y las colecciones de artes visuales se encuentran en la plataforma *Google Arts and Culture*. El ICP se encuentra en una transición digital multimediática; sin embargo, la colección que se encuentra en *Google Arts and Culture*, aunque tiene la opción de recorrido virtual, *zoom* para apreciar detalles de la obra y texto informativo, carece de un recorrido en audio que aportaría favorablemente a la interpretación de contenido y el acceso a personas ciegas.

**Museo de Arte de Ponce (MAP) <https://www.museoarteponce.org/>**

El MAP generó un programa educativo virtual llamado *ConectArte*. El programa se compone de una serie de actividades que incluyen *mindfulness*, arteterapia para niños, niñas y adultos, talleres de arte, lectura de cuentos, yoga y el evento de música *Happy Art*. Parte de la colección del MAP se encuentra en la plataforma *Google Arts and Culture* en formato de imagen y texto. Cuenta con su propio canal de *YouTube* donde tiene algunas descripciones de obras. Éste canal se enfoca, en su mayoría, en resaltar la promoción de exposiciones y la participación en el evento *Happy Art*, evento nocturno donde se invita a jóvenes a participar de recorridos, música y bebidas en el Jardín Puerto Rico.

**Museo de Arte de Puerto Rico <https://www.museoarteponce.org/>**

El MAPR tiene en su página web una sección de actividades en línea dirigidas a maestros y niños. Luego del cierre de gobierno, anunciaron a través de una publicación en el periódico *El Nuevo Día*, que estarán lanzando en las redes sociales diversas actividades

educativas entre las que se encuentra el Reto Creativo del MAPR, que invita a las personas a que dibujen y compartan su creatividad en las redes sociales.

### **Museo de Historia, Antropología y Arte de la Universidad de Puerto Rico**

<http://www.uprrp.edu/tag/museo-de-arte-upr/>

Este museo invitó al público a visitar la colección de carteles puertorriqueños en línea en la cual el usuario puede acceder a 4,000 carteles puertorriqueños. Además, publicó a través de la plataforma Issuu el catálogo de la exposición de carteles presentada el 22 de noviembre de 1985.

### **Museo de Arte y Diseño de Miramar (MADMI) <https://www.madmi.org/>**

El MADMI comenzó a utilizar las redes sociales como una plataforma para ofrecer talleres educativos y retos donde incitan a la participación del público. En un principio se publicaron datos de artistas y obras que pertenecen a la colección del museo. Luego se crearon retos en los cuales se compartían datos relacionados a temáticas de diseño y se invitaba al público a generar un diseño propio. A finales de abril de 2020, el MADMI anunció en sus redes sociales la creación de una serie de talleres creativos donde la educadora del museo, Nadja de la Torre, muestra cómo crear diseños partiendo del uso de figuras.

### **Museo de Arte Contemporáneo (MAC) <http://mac-pr.org/>**

Actualmente, el museo creó el *MAC online* en la plataforma *Flickr* con el propósito de ofrecer talleres educativos. Cuenta con la exposición *Entredichos* en la plataforma *Google Arts and Culture* y, según la directora del MAC, se creó un recorrido virtual de la exposición *Anarquía y dialéctica en el deseo: géneros y marginalidad en Puerto Rico*, además de

ampliar el contenido en la plataforma de Youtube. Tras la pandemia por el COVID-19, el MAC, con el apoyo de la Comisión Especial Conjunta de Fondos Legislativos, ICP, Fondo Flamboyán para las Artes y la Fundación Ángel Ramos, creó una plataforma educativa que incluye un conjunto de módulos didácticos y talleres educativos impartidos por artistas con el fin de exponer al público a nuevos medios de aprendizaje.

De todas las instituciones antes mencionadas, el Instituto de Cultura Puertorriqueña es la que tiene mayor variedad de contenido digital en su página web. Allí se encuentran imágenes, música, películas, videos de actividades, documentos e integran una sección donde muestran el interés de añadir contenido conforme a la Ley 229 del año 2003 de Puerto Rico: *Ley para Garantizar el Acceso de Información a las Personas con Impedimentos*. Sin embargo, según el análisis realizado en la herramienta *Wave*, entre los sitios web analizados, el ICP es el que más errores de accesibilidad. Estos errores incluyen: enlaces vacíos, texto alternativo, botones vacíos, errores de contraste, alertas de textos pequeños, textos redundantes, enlaces redundantes, títulos redundantes, elementos *noscript*, encabezado omitido y falta de encabezado; que totalizan a 176 elementos que deben ser ajustados (ver tabla 2).

## Capítulo II: Prototipo de aplicación para la accesibilidad de las personas no videntes a las artes visuales en Puerto Rico

¿El acceso a contenido cultural en sitios web de museos de arte de Puerto Rico es accesible para personas ciegas?

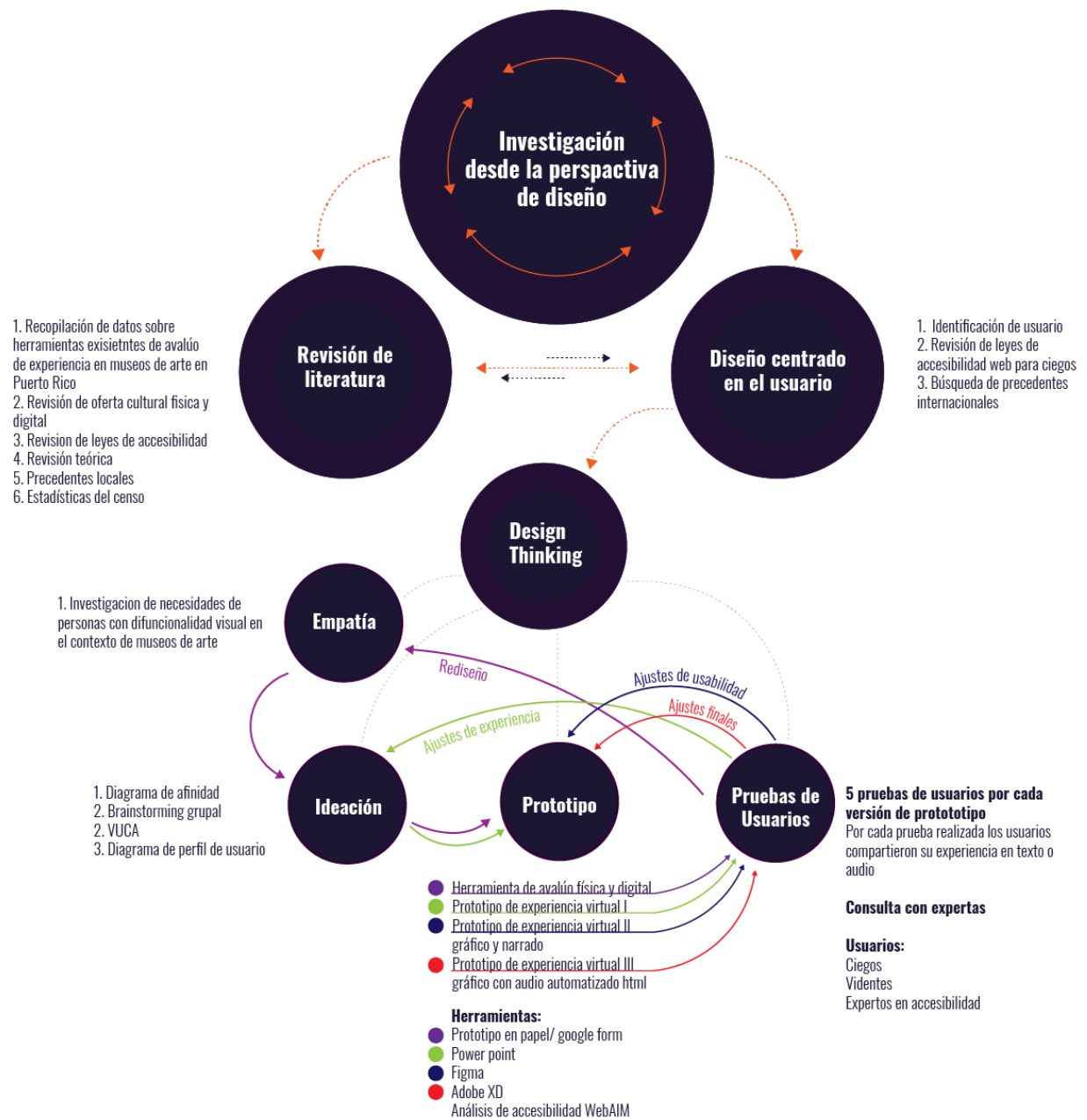


figura 2. Diagrama de investigación (Ruiz, 2020)

**Metodología:**

Esta investigación parte de una perspectiva en diseño (ver Fig.2). La misma se enfoca en el estudio de diseños de experiencias digitales utilizando la metodología de Diseño centrado en el usuario, versión desarrollada por Don Norman en la Universidad de California, San Diego en 1980 y herramientas de *Design Thinking* para crear un prototipo de experiencia que se ajuste a las instituciones locales.

La metodología de Diseño centrado en el usuario se divide en tres fases:

1. investigación y análisis de usuario
2. contexto y uso
3. diseño y evaluación

En la fase de investigación y análisis de usuario se enfocará en el estudio del perfil de visitantes ciegos o con ceguera parcial que visitan el museo. El propósito es identificar cómo los visitantes con limitaciones visuales puedan acceder al contenido cultural de los museos de Puerto Rico de manera accesible a través de una aplicación web.

Se utilizará como caso de estudio el contenido educativo y herramientas de avalúo que se encuentran actualmente en la página web del Museo de Arte de Puerto Rico y se generará un informe de accesibilidad utilizando la plataforma *Wave*. Esto, para validar si existe una experiencia educativa virtual y si, en efecto, se brinda una experiencia accesible para personas con limitaciones visuales. También se utilizarán datos existentes sobre estadísticas del censo de población con limitaciones visuales y la participación de ésta en proyectos educativos de museos.

Durante la fase diseño se utilizaran herramientas de *Design Thinking*, como sesiones de *brainstorming*, *e-storming*, diagramas de afinidad, análisis *VUCA* por sus siglas en inglés (*Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity*), prototipos en papel, prototipos digitales



y pruebas informales. El diseño será evaluado utilizando los datos recopilados en las pruebas informales y los parámetros de accesibilidad web como parte de las fases de la metodología discutida en la sección de justificación. Finalmente, se generará un prototipo de aplicación web dirigido a personas con limitaciones visuales utilizando las guías de accesibilidad web de la *International Organization for Standardization (ISO)* y las guías de accesibilidad web creadas por la *World Wide Consortium (W3C)*. Ambas guías presentan estándares para abordar el diseño accesible partiendo de la diversidad funcional del usuario y una lista de herramientas que pueden ayudar a que los usuarios con discapacidad visual tengan una mejor experiencia durante la navegación en plataformas digitales. Además, el uso de parámetros de diseño accesible ayuda a identificar las necesidades del usuario en una etapa temprana de diseño.

### **Impacto o efecto previsto**

La creación de una herramienta educativa alternativa para recorrer el museo virtual a través del audio proveerá la oportunidad para que las personas ciegas puedan visitar el museo sin necesidad de un intermediario, o para que puedan acceder al contenido desde cualquier lugar. A esta herramienta se le integrará, además, una herramienta de avalúo donde el usuario podrá compartir un audio describiendo su experiencia con el fin de dirigir el contenido a las necesidades particulares del usuario.

Esta experiencia puede funcionar como una extensión de la experiencia física en el museo e impactar positivamente la cantidad de visitas que recibe el museo dado que, según los datos presentados en el Estudio de la Comisión para el Desarrollo Cultural (CODECU) 2015, las visitas a museos de arte figuran entre las actividades culturales de menor participación, con un 18 por ciento. Esta cifra surge de datos recopilados en una encuesta

representativa de la población. Los resultados obtenidos ratifican que existe la necesidad de estudiar un segmento del público que visita el museo para mejorar la experiencia e incrementar visitas. Trabajar con la experiencia del visitante utilizando la sensorialidad, tecnología y métodos alternativos de aprendizaje ayuda a generar una experiencia inclusiva e interactiva que atiende a las personas ciegas, o con ceguera parcial. A su vez, refuerza la capacidad de uso e interacción por la mayor cantidad de personas posibles.

Si bien el Museo de Arte de Puerto Rico cuenta con espacios educativos, además de ofrecer talleres y recorridos, es importante revisar estas actividades para que se atengan a las necesidades actuales de la población con diversidad funcional. Por ende, es sumamente importante estudiar y diseñar la experiencia de aprendizaje del visitante e integrar tecnologías alternativas que permitan contextualizar y hacer comprensible la obra de arte.

El resultado de este proyecto es un prototipo de aplicación móvil que contiene una audioguía dirigida a personas ciegas o con ceguera parcial. El prototipo generado se enviará entre cinco a siete personas con limitaciones visuales, las cuales ofrecerán insumo sobre su experiencia y qué elementos se deben cambiar para navegar o entender mejor el contenido.

La aplicación móvil estará compuesta, en su mayoría, por audios que incluirán descripciones de obras u objetos, así como datos culturales. También, incluirá imágenes e íconos con el fin de que un usuario que no tenga limitaciones visuales la pueda utilizar. La misma se dividirá en tres segmentos los cuales serán diseñados utilizando los criterios de accesibilidad establecidos por la World Wide Web como, por ejemplo, enlaces con textos descriptivos, imágenes que contengan el atributo “alt” para facilitar la descripción, contraste, encabezados con etiquetas “th” para identificar las columnas y descripciones en audio.

Una vez se acceda a la página principal se estarán brindando instrucciones de uso de la aplicación y detalles sobre los elementos que la componen. Luego, el usuario podrá

escoger entre escuchar un recorrido o escoger obras individuales. Para esto tendrá opciones como: deslizar hacia arriba o abajo para escoger obra, tocar la pantalla para escuchar o pausar el audio, mantener la pantalla presionada para compartir su experiencia en audio. También, se incluirá la información de la institución por si existe el interés de realizar una visita física.

## Precedentes

### 1) *The Getty Artists Program* (J. Paul Getty Museum, 2013)

- a) *Getty Artists* es un programa creado por el Museo J. Paul Getty donde artistas contemporáneos realizan un proyecto co-creativo que involucra diversas comunidades durante un año. Un ejemplo del programa *Getty Artists* es *What #isamuseum?*, una investigación realizada en el año 2013, en colaboración, por el artista multimedia Sam Durant. Éste examina cómo involucrar al público en una exploración de roles y propósitos de un museo. El artista generó las siguientes cinco preguntas en las redes sociales: ¿El museo es verdadero?, ¿El museo es una escuela?, ¿El museo es político?, ¿El museo es divertido?, ¿El museo es para todos? Con estas preguntas busca analizar las diferentes perspectivas sobre qué es un museo. *What #isamuseum?* donde quien participa lo hace activamente y debate en las redes sociales sobre ¿Qué es un museo?

### 2) *El Prado para todos* (Museo Nacional del Prado, 2018)

- a) *El Prado para todos* es un conjunto de actividades educativas diseñadas para promover la participación de centros y entidades sociales. Entre las actividades se encuentran:

- i) *Los sabores del Prado*, dirigida a personas con Trastornos del Espectro Autista y grupos de migrantes. En esta actividad se trabaja con el uso de referencias visuales de elementos cotidianos como alimentos y utensilios para facilitar la comprensión de obras de arte. Esto con el fin de crear conexiones lingüísticas entre los objetos conocidos y los representados.
- ii) *El Prado en tus manos*, está dirigida personas con daño cerebral y colectivos sociales con el fin de crear una experiencia de aprendizaje y bienestar social. En esta actividad se conceptualiza el hecho de que las manos son capaces de desempeñar múltiples funciones y definen quienes somos, cómo nos comunicamos. Es una actividad participativa donde se utiliza el razonamiento, percepción simbólica, observación y memoria social para analizar una obra de arte.

### 3) *Audio Eyes App* (Conjure, 2015)

- a) Es una aplicación móvil creada por la firma de diseño *Conjure* para el *Science Museum* de Londres. La aplicación fue diseñada para optimizar los recorridos individuales de personas ciegas o con ceguera parcial. La misma incluye descripciones detalladas de los objetos y tiene integrado un gps que permite a las personas ciegas navegar por las galerías sin necesidad de un guía. Para esta aplicación se prepararon las galerías con unos sensores de proximidad llamados *iBeacons* desarrollados por la compañía *Apple*, los cuales permiten que una vez el usuario se acerque a la obra la audioguía se active. Esta aplicación ha sido probada con los usuarios y actualmente se encuentra en desarrollo.

### **Criterios de análisis *Wave***

*Wave* es un servicio en línea para evaluar la accesibilidad en sitios web. Se basa en los parámetros de accesibilidad de *WCAG 1.0* como en la Sección 508 de la *Ley de Rehabilitación Vocacional de 1973*, cuya información principal es el diseño de páginas web accesibles utilizando los siguientes criterios:

1. Error:
  - a. indica problemas que afectan a usuarios con diversidad funcional
  - b. fallas en el cumplimiento de requisitos de accesibilidad a contenido web
2. Error de contraste:
  - a. indica texto que no cumplen con estándares de contraste
3. Alertas:
  - a. indican elemento en la página que pueden causar problemas de accesibilidad como por ejemplo textos alternativos extensos
4. Características:
  - a. son elementos de la página que pueden mejorar la accesibilidad si se implementan correctamente
5. Elementos estructurales:
  - a. elementos ocultos en el encabezado o pie de página que no están localizados correctamente.
6. ARIA: elementos diseñados para que los usuarios puedan acceder al contenido a través del teclado o lectores de pantalla

## Accesibilidad en plataformas digitales en Museos de Puerto Rico

La accesibilidad móvil es el hacer las aplicaciones y sitios web accesibles para personas con diversidad funcional. Los datos presentados en las siguientes tablas fueron obtenidos a través de un análisis generado en la herramienta *Wave* la cual fue diseñada por *WebAIM* con el propósito de evaluar la accesibilidad del contenido de un sitio web. En las mismas se presenta un reporte detallado sobre errores de accesibilidad en un grupo de sitios web de museos de arte en Puerto Rico que requieren revisión.

Tabla 1.

*Informe de Accesibilidad web Museo de Arte de Puerto Rico (MAPR)*

Errores	Bajo contraste	Alertas	Funciones	Elementos ARIA
(10) enlace vacío	(16) errores de contraste	(2) omisiones de información en encabezado	(5) texto alternativo vacío	(2) elemento ARIA
(4) imágenes sin texto alternativo		(3) enlace redundante	(5) imagen con texto alternativo vacío	
		(1) elemento <i>NoScript</i>	(4) elementos de idioma	
		(2) título redundante	(1) elemento skip en localización incorrecta	
		(1) error en el	(1) elemento	

		diseño de tabla	skip oculto	
--	--	-----------------	-------------	--

El informe de accesibilidad generado en la plataforma digital *WebAIM* refleja que el sitio web

<https://www.mapr.org/es> contiene 57 elementos que deben ser revisados para ser accesible. (tabla 1)

Tabla 2.

*Informe de Accesibilidad web Instituto de Cultura Puertorriqueña*

Errores	Bajo contraste	Alertas	Funciones	Elementos ARIA
(34) enlace vacío	(72) error de contraste	(1) texto alternativo redundante	(5) texto alternativo	(0) elemento ARIA
(1) botón vacío		(1) falta de encabezado superior	(8) imagen con icono de texto alternativo vacío	
(2) imagen sin texto alternativo		(1) nivel de encabezado omitido	(2) cambio de idioma vacío	
(1) formulario sin etiqueta		(17) enlace redundante	(6) imagen con enlace a texto alternativo vacío	
		(10) problema de acceso a documentos pdf		

		(1) elemento <i>NoScript</i>		
		(7) texto pequeño		
		(7) título redundante		

El informe de accesibilidad generado en la plataforma digital *WebAIM* refleja que el sitio web [www.icp.pr.gov](http://www.icp.pr.gov) contiene 176 elementos que deben ser revisados para ser accesible. (tabla 2)

Tabla 3.

*Informe de Accesibilidad web Museo de Arte de Ponce*

Errores	Bajo contraste	Alertas	Funciones	Elementos ARIA
(1) imagen sin texto alternativo	(3) error de contraste	(9) texto alternativo redundante	(1) texto alternativo	(14) botones
(1) formulario sin etiqueta		(1) región sin definir contenido	(3) imágenes con texto alternativo extenso	
(1) cambio de idioma vacío		(8) enlace redundante		
(1) encabezado vacío		(10) título redundante		
(2) enlace vacío				

El informe de accesibilidad generado en la plataforma digital *WebAIM* refleja que el sitio web

<https://www.museoarteponce.org/> contiene 52 elementos que deben ser revisados para ser accesible. (tabla 3)



Tabla 4.

*Informe de Accesibilidad web Museo de Arte Contemporáneo*

Errores	Bajo contraste	Alertas	Funciones	Elementos ARIA
(1) formulario sin etiqueta	(5) error de contraste	(1) error de acceso a documento pdf	(1) texto alternativo vacío	(18) elemento ARIA
(1) enlace vacío		(1) nivel de encabezado omitido	(1) texto alternativo sin enlace a imagen	
			(1) enlace que permite saltar información	
			(1) elemento omitir	

El informe de accesibilidad generado en la plataforma digital *WebAIM* refleja que el sitio web <http://mac-pr.org/> contiene 31 elementos que deben ser revisados para ser accesible. (tabla 4)

Tabla 5.

*Informe de Accesibilidad web Museo de Historia, Antropología y Arte de la Universidad de Puerto Rico*

Errores	Bajo contraste	Alertas	Funciones	Elementos ARIA
(1) imagen sin texto alternativo	(2) error de contraste	(1) texto alternativo	(1) texto alternativo	(9) elemento ARIA oculto

		redundante		
(9) enlace vacío		(1) encabezado omitido	(9) imágenes con texto alternativo	
		(11) enlace redundante	(1) formulario etiquetado	
		(2) título redundante		
		(2) error de acceso a documento pdf		

El reporte de accesibilidad generado en la plataforma digital *WebAIM* refleja que el sitio web

<http://www.uprrp.edu/tag/museo-de-arte-upr/> contiene 49 elementos que deben ser revisados para ser accesible.

(tabla 5)

### **Prototipado de experiencia virtual**

Previo al desarrollo del prototipo de experiencia se realizó un análisis de accesibilidad a una selección de sitios web de museos e instituciones culturales locales (ver tabla 1-5). Esto para ver elementos que requieren ser modificados para proveer una experiencia accesible a personas que utilicen tecnología asistiva o teclado para acceder al contenido web. Durante el diseño y desarrollo del prototipo se implementaron técnicas de *Design Thinking* como, por ejemplo, perfil de usuario, diagrama de entorno *VUCA* y prototipado en papel; así se pudieron identificar necesidades del usuario, estudiar la funcionalidad y usabilidad de la herramienta. Como primera solución de diseño, se generó una herramienta de avalúo para que los visitantes la utilizaran durante y después del recorrido en el museo con el fin de estudiar la

experiencia del visitante (ver anejo 1). Esta herramienta fue descartada dado a que no se ajustaba completamente a las necesidades del usuario y durante el rediseño las instituciones culturales cerraron a causa de la pandemia por el COVID-19. Dado a las circunstancias, se utilizó el curso de *Design Thinking* de la Universidad de Puerto Rico como una oportunidad para presentar el proyecto y recibir el insumo de Mariana Salgado, directora del laboratorio de innovación Inland Design del Servicio Finlandés de Inmigración y experta en accesibilidad para personas ciegas. La sugerencia de Salgado fue rediseñar la herramienta para generar una experiencia interactiva integrando el audio.

Durante el rediseño, se utilizó *VUCA*, una herramienta para analizar contextos cambiantes a través de cuatro pasos: volátil es la planificación, incertidumbre es la investigación e interpretación de contenido, complejidad es el construir recursos adecuados para abordar el problema y ambigüedad es el entendimiento de la causa y efecto en relación a una hipótesis establecida (Bennett y James Lemoine, 2014). Utilizando esta herramienta se estudió la respuesta inmediata de las instituciones locales e internacionales en el contexto de la pandemia. El cierre de las instituciones se convirtió en una oportunidad para explorar cómo las instituciones culturales digitalizaban su contenido e implementan medidas de accesibilidad. Dado a la situación, se regresó al proceso de ideación donde el prototipo se transformó en una experiencia completamente digital. Para generar la simulación del prototipo se realizó una selección de obras de la exposición Puerto Rico Plural del Museo de Arte de Puerto Rico (ver anejo 2-3).

En la segunda prueba informal se encontró que el diseño incluía elementos que limitaban la usabilidad. Las retroalimentaciones de los usuarios coincidieron en que el diseño y la cantidad de interacciones deben simplificarse para proveer una experiencia accesible. Tomando ésto en consideración, y el insumo de las expertas en diseño de experiencia Daniela

Peñaranda (*Team UX, Francia*) y María de Mater O’Neill, se comenzó a explorar la posibilidad de simplificar el prototipo e incluir opciones de navegación a través del teclado y audio automatizado.

Finalmente, se creó un prototipo de recorrido virtual adaptando los parámetros de accesibilidad web. El mismo comienza con una introducción de la aplicación utilizando audio automatizado *HTML*, en el cual se explica al usuario en qué consiste la simulación, cómo acceder al contenido, cómo compartir su experiencia, dónde se encuentran localizados los botones y cuáles son las teclas para acceder al contenido si se está utilizando un teclado (ver fig. 3). El prototipo simula la experiencia del usuario a través de un recorrido virtual donde se explican elementos gráficos de las piezas, información de la obra y detalles biográficos del artista (ver anejo 5). Durante el proceso de diseño de prototipo final se tomaron diferentes consideraciones de accesibilidad como por ejemplo: todas imágenes fueron analizadas en la plataforma *colorblind* (ver anejo 6-7) y los elementos gráficos fueron analizados en *Web Accessibility in Mind* para validar que cumplieran con los parámetros de accesibilidad web (ver tabla 6 y fig.3).

Tabla 6.

*Análisis de color realizado en la plataforma Web Accessibility in Mind 2020*

Lugar	Color	Radio de contraste	Nivel
Fondo	#050426	19.96:1	WCAG AA: Pass
Texto	#FFFFFF	3.18:1	WCAG A: Pass
Enlace	#AB83AF	6.27:1	WCAG AA: Pass

Los datos presentados en la tabla 6 responden al análisis de color previo a la generación del diseño gráfico del prototipo de experiencia virtual. Disponible en <https://webaim.org/resources/linkcontrastchecker/>



figura 3. Diagrama de consideraciones de accesibilidad en el prototipo de recorrido virtual (Ruiz,2020)

Disponible en: <https://www.figma.com/file/G4KyyjbBFRnEIppi9KFud5/GRG-PROTOTIPO?node-id=43%3A0>  
<http://www.manolo.net/miraconlasmanos/>

### Contenido de prototipo de recorrido virtual

La selección de obras utilizadas para generar el prototipo de recorrido virtual pertenecen a la exposición Puerto Rico Plural en el Museo de Arte de Puerto Rico, localizado en la capital San Juan, Puerto Rico. Luego de la selección de obras, se utilizaron las cédulas curatoriales creadas por el personal del Museo de Arte de Puerto Rico, se realizó una búsqueda de datos sobre el artista y se redactó una descripción estética de cada pieza. Las descripciones fueron divididas en tres secciones: datos sobre el artista, información de la obra y detalles estéticos. En los primeros prototipos se utilizó el texto para realizar un recorrido narrado y explicar las funciones de la aplicación. Luego se realizó una revisión del prototipo utilizando los datos recopilados en las pruebas informales. Los elementos gráficos del diseño se simplificaron, el texto se convirtió en audio y se exportó en formato html con el propósito de que fuese accesible y facilitara el mantenimiento de la plataforma. Las interacciones fueron creadas para que el usuario pudiese utilizar la aplicación a través de un teléfono móvil o teclado (ver fig.4).



figura 4. Diagrama de interacciones de prototipo de recorrido virtual (Ruiz,2020)

Tabla 7.

*Recursos para la primera fase de diseño de experiencia virtual*

Área	Materiales/ recursos	Costo
Diseño gráfico	Adobe Illustrator Diseño gráfico	\$29.99 mensual \$15.00 ph
Análisis de accesibilidad	<i>Wave</i> <i>Cynthia Says</i>	Open source
Contenido	Audio Imágenes Descripción de imágenes Datos de obras Mapa	
Prototipo de baja fidelidad	Prototipo en papel Prototipo Figma	

Prototipo interactivo	Adobe XD	
-----------------------	----------	--

Tabla 8.

*Recursos para la segunda fase de diseño de experiencia virtual*

Área	Materiales/ recursos	Costo
App móvil	Diseñador UI Diseñador UX Software	\$15.00-20 ph \$15.00-20 ph Opensource
Contenido	Descripción en audio Imágenes y contenido cultural Audio Imágenes Descripción de imágenes Datos de obras Pruebas de contraste Mapa	Open source
En sitio	Descripción en audio Sensores de proximidad Diseño UX Software	\$17.99 cu \$15-20 ph Open source

## Reflexiones finales

En el comienzo de esta investigación se realizó un estudio de herramientas de avalúo de experiencia utilizadas en los recorridos dirigidos a usuarios con discapacidades visuales o ciegos en el Museo de Arte de Puerto Rico. Al tener acceso a los formularios de avalúo de experiencia nos percatamos que el diseño estaba dirigido para que los maestros o asistentes apoyaran a la persona a completar la información. Aunque existían herramientas de avalúo éstas no estaban diseñadas para que las personas con diversidad funcional pudieran completarla de forma independiente.

Basado en esos hallazgos se comenzó a desarrollar una herramienta de avalúo enfocada en la recopilación de datos basados en la experiencia de visitantes con discapacidad visual o ciegos. La idea era que la herramienta pudiese ser accedida de forma física y virtual, a través de texto, Braille y código QR para acceder al formulario en línea. Este prototipo requería ser utilizado en el espacio físico del museo y aunque se recopila la información de experiencia antes y después del recorrido, podía reflejar problemas económicos, en términos de experiencia de usuario no era accesible en su totalidad, porque no todos los ciegos conocen el braille. Según Denise Garabito, experta en accesibilidad para ciegos, la materialidad era un aspecto a considerar porque podría causar una sensación negativa en el usuario.

Tras la pandemia y dado al cierre de las instituciones, la investigación tomó un giro y nos cuestionamos si el contenido digital que se encontraba en los sitios web de los museos de arte de Puerto Rico eran accesibles para ciegos. Partiendo de esta premisa, comenzamos a idear, a través de sesiones de *e-storming*, consultas a expertos en accesibilidad y experiencia de usuario para generar una experiencia virtual atada a la colección del Museo de Arte de Puerto Rico. En las sesiones de *e-storming* y consultando con expertos en experiencia de



usuario y accesibilidad surgió la idea de incluir la herramienta de avalúo de experiencia en formato audio.

Antes de comenzar con el rediseño de la experiencia, se realizó un análisis de accesibilidad web a los sitios actuales de los museos de arte de Puerto Rico. Según el informe realizado en la plataforma *Wave*, los sitios web analizados contienen entre 31 a 176 elementos que deben ser modificados, incluidos o rediseñados para que la plataforma sea accesible (ver tabla 1-5). Los resultados reflejan que el sitio web del Museo de Arte Contemporáneo es el más accesible con 31 elementos que deben ser ajustados y el sitio web del Instituto de Cultura Puertorriqueña es el menos accesible con 176 elementos que deben ser ajustados para cumplir con los parámetros de accesibilidad web. Entre los errores más comunes, se encuentra la falta de contraste en texto e imágenes, textos redundantes o pequeños, falta de texto alternativo, enlaces vacíos y documentos en pdf que no se pueden acceder. Esto refleja que el diseño del contenido cultural que se encuentra en los sitios web no provee igualdad de acceso a personas ciegas interesadas en el contenido cultural custodiado por los museos de arte en Puerto Rico.

La investigación desde la perspectiva de diseño ayudó enmarcar el problema y realizar una revisión literaria multidisciplinaria para entender la experiencia de usuario y proponer un modelo de experiencia enfocado en las necesidades de personas con limitaciones visuales. El proceso de *Design Thinking* es un proceso iterativo, es decir, repetitivo, el cual ayuda a profundizar en el problema hasta encontrar una solución que se ajuste a las necesidades. En esta investigación el ajustar los prototipos utilizando el insumo de los usuario ayudó a tener un mayor entendimiento de las necesidades y generar posibles soluciones.

Para propósitos de esta investigación se realizó una experiencia de recorrido virtual la cual se envió vía email en múltiples formatos *ppt*, audio, enlace a prototipo interactivo,

narración y audio automatizado, para validar que en efecto la propuesta se ajustaba a las necesidades identificadas. En las primeras pruebas informales se tomaron en cuenta algunos parámetros de accesibilidad, sin embargo, la prueba reflejaba que había que simplificar el diseño porque el exceso de elementos dificulta el recorrido.

El segundo prototipo se ajustó utilizando la información recopilada en las primeras pruebas informales y se realizó un recorrido narrado donde se explicaba cada parte de la aplicación. Según las pruebas, y dejándonos llevar por las guías de accesibilidad web, la velocidad y el lenguaje utilizado eran adecuados y el contenido parecía fácil de entender y de navegar. Al presentar el prototipo a expertos e invitados del curso de *Design Thinking* de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, no les pareció viable la narración en términos de mantenimiento de la plataforma y sugirieron la exploración de audio automatizado.

En el tercer prototipo se revisaron los aspectos de accesibilidad web que los sitios de las instituciones y museos analizados no contenían o eran marcados como error. Entre las fallas de accesibilidad estaba el tamaño de textos, contraste, identificación de imágenes, audio, enlaces, para incorporarlos en los ajustes del diseño. Además, con el apoyo de José Manolo Alvarez, programador y consultor internacional de accesibilidad, diseño universal y accesibilidad tecnológica de la Universidad de Puerto Rico, se convirtió el texto en enlaces *Hypertext Markup Language (HTML)* para facilitar el acceso al recorrido virtual. Este último prototipo se ajusta en términos gráficos a las consideraciones de diseño establecidas por *WebAIM*. La aplicación web propuesta contempla el uso del teclado o navegación táctil e incluye instrucciones de uso en audio. En una segunda fase del proyecto se contempla que la aplicación pueda utilizarse en recorridos físicos y virtuales de instituciones locales para

promover los recorridos individualizados accesibles. El usuario también podría compartir la experiencia del recorrido a través de una grabación en audio.

Las instituciones locales e internacionales se encuentran en un momento donde es imprescindible la oferta cultural accesible. Muchas de ellas han comenzado a tomar iniciativas educativas y otras mencionan sus exposiciones en línea y canales de *Youtube*. Lo cierto es que aunque estas plataformas se encuentran en línea, no contemplan medidas de accesibilidad para personas ciegas y, en ocasiones, son actividades separadas de la experiencia que se genera al visitar el museo de forma física. Por lo tanto, una herramienta de recorrido virtual que utilice elementos estéticos, educativos y aplique las guías de accesibilidad de World Wide Web es una manera de mantener la experiencia del museo de forma organizada en tiempos donde las instituciones se encuentran cerradas y enfrentan retos de sostenibilidad económica.

### Limitaciones de la investigación

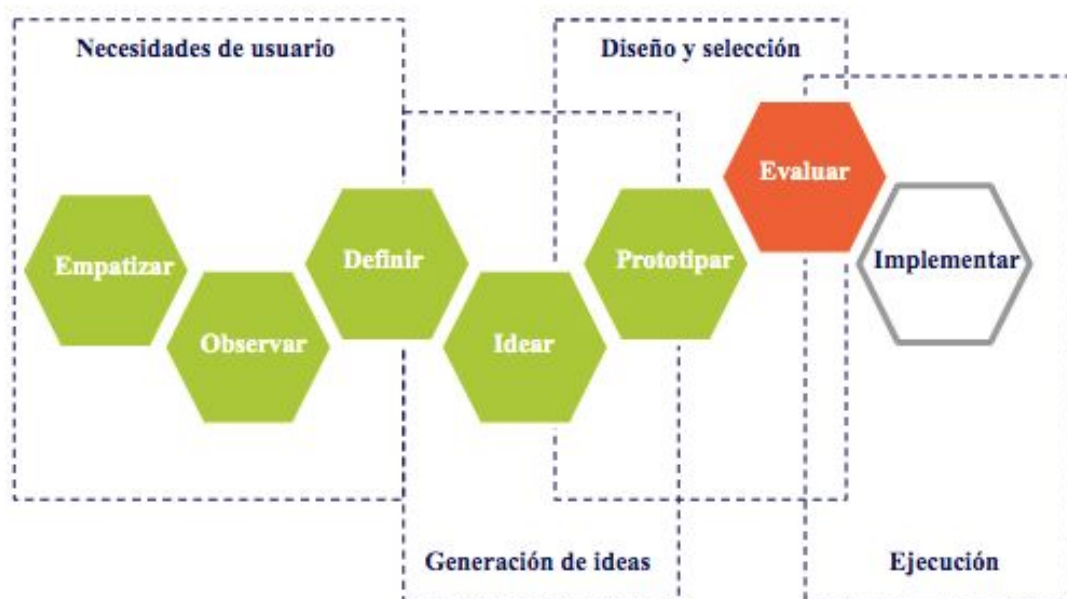


figura 5. Diagrama de etapas del proceso de *Design Thinking* implementados en la investigación. Referencia diagrama de etapas del proceso de *Design Thinking* creado por David M. Kelley y profesores de la Universidad de Stanford.

Al inicio de esta investigación se estableció un perfil de usuario el cual se especifica en la metodología; solo se realizaron dos pruebas informales que cumplen con el perfil establecido. Las pruebas informales fueron realizadas a expertos en temas de accesibilidad para personas con limitaciones visuales, expertos en experiencia de usuario y personas que trabajan o tienen contacto con los perfiles predeterminados en un principio. Aunque se realizaron múltiples pruebas informales, solo dos tenían similitud a los parámetros establecidos. Por lo tanto, en las conclusiones no se indica ninguna tendencia específica. Según el estudio *A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems*, realizado por Jacob Nielsen y Tom Landauer, es necesario realizar entre tres a cinco pruebas de usuarios que cumplan con las descripciones establecidas durante el proceso de diseño para poder identificar entre el 75 al 99 por ciento de los problemas de usabilidad (Nielsen y Landauer, 1993, p. 214).

El proyecto propuesto en esta investigación llega hasta la fase de prototipado (ver Fig.5). En una segunda fase, se pueden realizar pruebas con el perfil establecido utilizando los parámetros de usabilidad, creados por Nielsen y Landauer, para identificar errores de usabilidad previo a la fase de implementación.

### **Brecha digital**

La "brecha digital" es la desigualdad de posibilidades para acceder a la información, al conocimiento y a la educación mediante las nuevas tecnologías de la información, que tiene el efecto de distanciar a quienes las utilizan rutinariamente de quienes no tienen acceso a las mismas o simplemente no saben utilizarlas (LexJuris de Puerto Rico,2004). En el año 2004 se creó la Ley Núm.20, *Ley para Reducir la Brecha Digital*, la cual enfatiza el acceso a la tecnología como instrumento de desarrollo y cambio social.

El el año 2010 se creó la ley 101-2010 con el propósito de reducir la brecha digital en los municipios de Puerto Rico para el acceso inalámbrico de internet utilizando tecnología wifi («Ley Núm. 101 de 2010 -Ley para enmendar la Ley Número 213 de 1996; Ley de Telecomunicaciones de Puerto Rico de 1996 y derogar la Ley Núm. 100 de 2005; Ley para el Desarrollo de Centros Gratuitos de Acceso a la Internet a travs de todo Puerto Rico», 2010). Sin embargo, según el Informe Global sobre Tecnologías de la Información señala una brecha digital persistente en América Latina 2012, Puerto Rico encabeza la lista de países rezagados en la adopción de tecnologías de información y comunicación ocupando la posición número 36. Según la encuesta *Puerto Rico Community Survey* realizada de 2013-2017 por el *U.S. Census Bureau*, el 54% de los hogares tienen acceso a internet.

Actualmente, el panorama educativo y cultural de Puerto Rico tras la Pandemia Covid-19 necesita en carácter urgente que se ponga en acción la Ley Núm.20, *Ley para Reducir la Brecha Digital*, y se provean alternativas de acceso a tecnología. El tomar acción ayudará a que los servicios educativos, culturales y herramientas alternativas, como el prototipo de recorrido virtual propuesto en esta investigación, sean accesibles a personas ciegas que no cuentan con los recursos económicos para adquirir un servicio de internet o visitar las instalaciones físicas de las instituciones culturales.

## Anejos

**Anejo 1:** Prototipo de herramienta de avalúo de experiencia existente a extrema izquierda y propuesta a la derecha.



**Anejo 2:** Prototipo de experiencia de recorrido virtual I



**Anejo 3:** Prototipo de experiencia de recorrido virtual II (narración)



#### Anejo 4: Audio estandarizado

Disponible en: <http://www.manolo.net/miraconlasmanos/>

#### Audio 1: Introducción

Para saltar la introducción presione la tecla de flecha derecha.

Bienvenido a Mira con las Manos, un prototipo de aplicación web dirigida a personas con ceguera parcial o total que quieren conocer las artes visuales en Puerto Rico. La aplicación permite realizar un recorrido virtual y compartir la experiencia del usuario a través de una grabación en audio. Fue diseñada con el propósito de promover las visitas independientes a museos de arte. Incluye audiodescripciones de una selección de obras y datos biográficos de artistas.

#### Audio 2: Instrucciones primera página

La aplicación se compone de tres segmentos: superior, centro e inferior. En la parte superior de la primera página a extrema derecha presionando la pantalla o la tecla “alt” podrá escuchar un resumen de la exposición. En el centro de la primera ventana a extrema derecha presionando la pantalla o la flecha hacia arriba escuchara un recorrido automatizado de todas las obras disponible y los datos del artista. En el centro de la primera ventana a extrema

izquierda presionando la pantalla o la tecla “ctrl” podrá escuchar la lista de obras en orden de izquierda a derecha.

### **Audio 3: Selección de obra**

En la segunda página encontrará la lista de obras, para seleccionar la obra siga las siguientes instrucciones:

1. Escuchar la primera obra presionando la pantalla en la parte superior o la tecla “F1”.
2. Escuchar la segunda obra presionando la pantalla en el centro o la tecla “F5”.
3. Escuchar la tercera obra presionando la pantalla en la parte inferior o la tecla “F11”.

### **Audio 4: Primera obra**

Título: Plátano Pride

Artista: Miguel Luciano, 2006

Medio: Fotografía

### **Audio 5: descripción**

Plátano Pride es una fotografía tamaño 30 x 40 pulgadas realizada por el artista puertorriqueño Miguel Luciano en el año 2006. Esta pieza pertenece a la colección de Museo de Arte de Brooklyn, Nueva York. En esta obra el artista utiliza un fondo color negro para resaltar la figura de un niño entre las edades de 10-12 años. El niño viste una camisa ancha, color blanca que se relaciona con el estilo urbano. El niño mira de forma retante agarrando una joya colgante, un “*bling bling*” en forma de plátano color dorado que cuelga de su cuello.

### **Audio 6: datos del artista**

Miguel Luciano, artista plástico y multimedia nacido en San Juan, Puerto Rico. Su trabajo explora temas de historia, cultura popular, justicia social y migración a través de la pintura, escultura y proyectos de arte público. La obra de Luciano, resalta las relaciones de



conflicto que existen entre Puerto Rico y Estados Unidos, cuestionando la relación colonial que aún existe.

### **Audio 7: Siguiete**

Puede saltar a la próxima página, presione la pantalla en el segmento del centro a extrema derecha o la tecla de flecha hacia la derecha.

Audio 8: Segunda obra

Título: Ananas Numen Caelestis

Artista: Axel Ruiz, 2015

Medio: Instalación

### **Audio 10: Anterior**

Para ir a la página anterior presione la pantalla en el centro a extrema izquierda o la tecla de flecha hacia la izquierda.

### **Audio 11: Navegación**

Para salir del recorrido diríjase a la barra de menú localizada en la parte inferior el cual se divide de la siguiente manera:

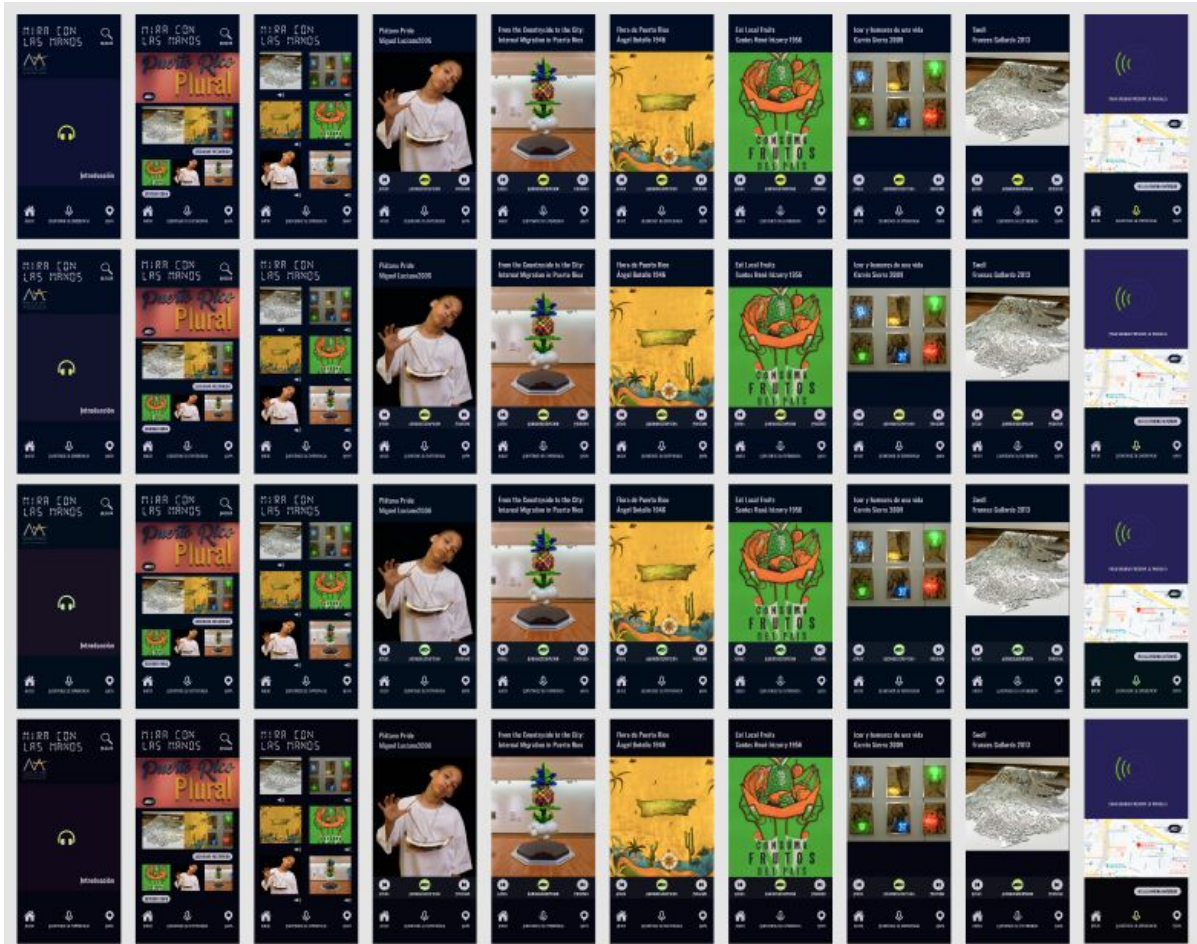
1. Extrema izquierda presionando la pantalla o la tecla “1” regresa al inicio.
2. Centro presionando la pantalla o la tecla “5” puede grabar un audio y compartir su experiencia.
3. Extrema derecha presionando la pantalla o la tecla “0” puede escuchar la dirección del museo.

### Anejo 5: Prototipo de experiencia virtual III.



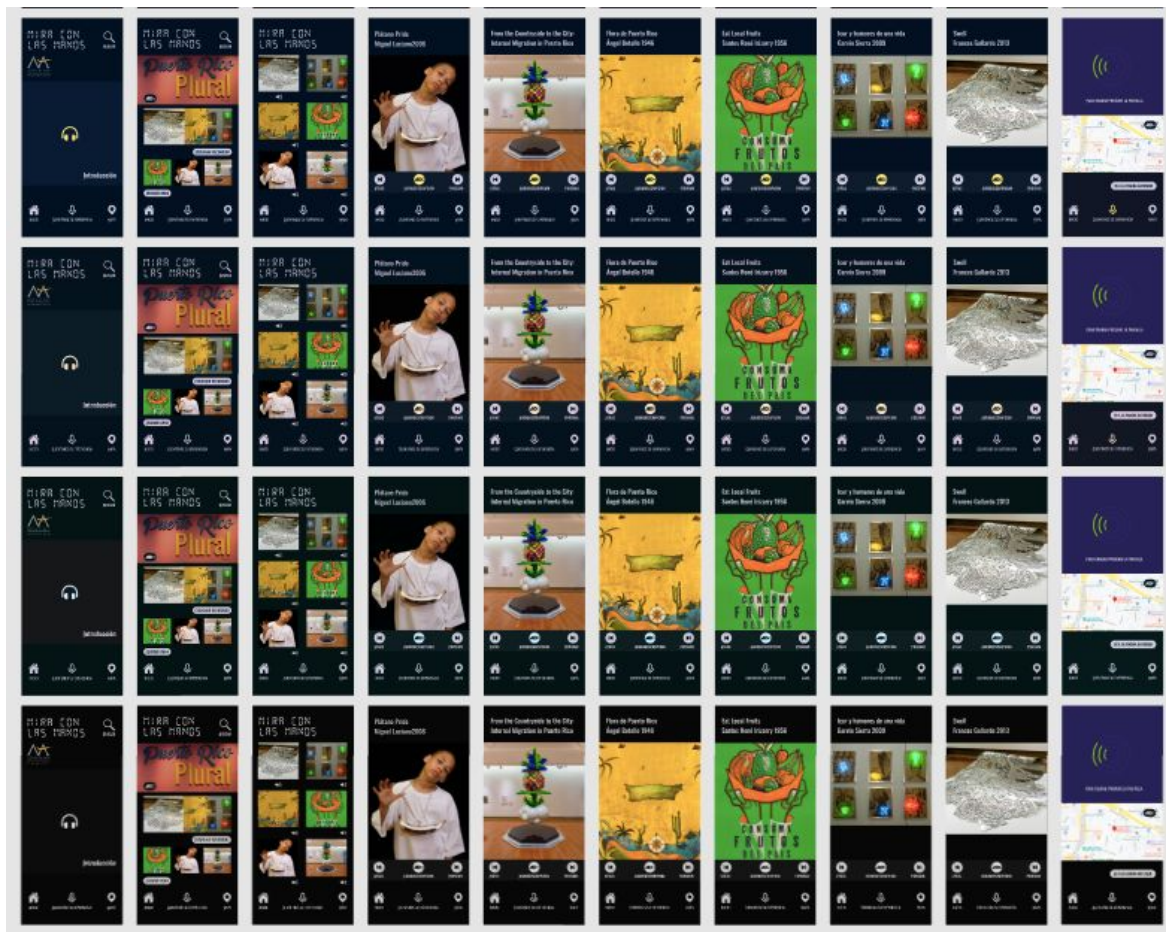
Disponible en: <https://www.figma.com/file/G4KyyjbBFRnEIppi9KFud5/GRG-PROTOTIPO?node-id=43%3A0>

**Anejo 6:** Prueba de contraste realizada en color blind. Refleja el cambio de color de las siguientes condiciones en orden de arriba hacia abajo: Protanomalia, Deuteranomalia, Tritanomalia y Acromatomalia.



Disponible en: <https://www.figma.com/file/G4KyyjbBFRnEIppi9KFud5/GRG-PROTOTIPO?node-id=43%3A0>

**Anejo 7:** Prueba de contraste realizada en color blind. Refleja el cambio de color de las siguientes condiciones en orden de arriba hacia abajo: Protanopia, Deuteranopia, Tritanopia y Acromatopsia.



Disponible en: <https://www.figma.com/file/G4KyyjbBFRnEIppi9KFud5/GRG-PROTOTIPO?node-id=43%3A0>

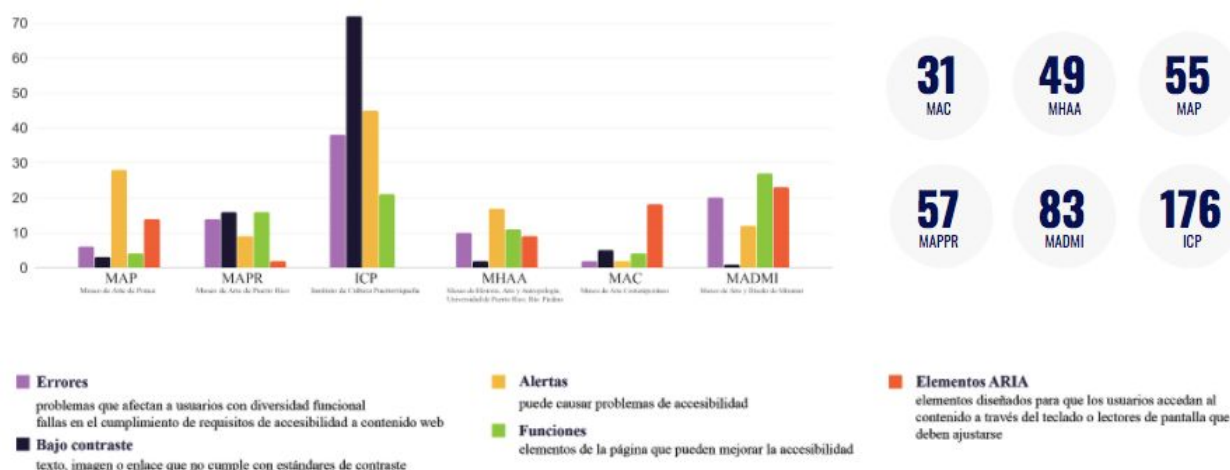
**Anejo 8:** Principios claves de accesibilidad *WebAIM* para personas ciegas o con ceguera parcial.

Percepción	no pueden percibir la información visual, tales como gráficos, diseños, o señales basadas en colores
Operable	por lo general dependen de un teclado para navegar hacia la funcionalidad de contenido web, en lugar de un ratón

Comprensible	no pueden entender el contenido que se presenta en un orden lógico lineal, o que contenga texto extraño, no para ser leído palabra por palabra (como las direcciones web largas), etc.
Robustez	las ayudas técnicas utilizadas por los ciegos no siempre son capaces de acceder a una amplia gama de tecnologías, sobre todo si las tecnologías son nuevas

Disponible en: <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=deficit-visual-ceguera> (Angel A. Caballero, 2016)

**Anejo 9:** Informe de Accesibilidad web de instituciones culturales de Puerto Rico realizado en la plataforma de accesibilidad web *Wave*.



## Anejo 10: Glosario

1. **Accesibilidad:** es la facilidad de acceso para cualquier persona incluso aquellas que tengan limitaciones de movilidad, comunicación o entendimiento, para que pueda acceder a un lugar, objeto, información o servicio.
2. **Accesibilidad web:** se enfoca en que el contenido en línea pueda ser utilizado por la mayor cantidad de personas, independientemente de sus capacidades o el equipo que se utilice para acceder al contenido.

3. Accesibilidad universal: es la condición en la que un entorno es accesible a todos los individuos, sin importar si las capacidades físicas o mentales.
4. Acceso: capacidad y habilidad para usar, recibir datos y operar equipos de asistencia tecnológica.
5. Asistencia tecnológica: equipo o servicio utilizado para aumentar ,mantener o mejorar las capacidades funcionales de personas con impedimentos.
6. Discapacidad: impedimento mental o físico que limita al individuo en una o más de las actividades de la vida diaria tales como: trabajar,caminar,escuchar, ver o velar por sí mismo.
7. *Design Thinking*: es una metodología de diseño iterativo que se enfoca en entender las necesidades de los usuarios, definir problemas y crear soluciones a través de la creación de prototipos de experiencias, servicios o productos tangibles.
8. Diseño centrado en el usuario: capacidad de que tiene un producto de ser utilizado por usuarios específicos y generar experiencias en un contexto determinado.
9. Empatizar: entender las experiencias, motivaciones , necesidades y limitaciones de las personas para las que se está diseñando.
10. Experiencia de usuario: percepciones y respuestas de las personas, resultantes del uso o anticipación de uso de un producto, sistema o servicio.
11. Funcionalidad: se refiere a la capacidad del producto para suministrar un conjunto de funciones que satisfagan las necesidades del usuario, al ser utilizado en condiciones específicas.
12. Idear: proceso de generación de posibles soluciones a problemas concretos.
13. Información: es cualquier dato,documento digitalizado o servicio interactivo suministrado por las entidades en sus páginas electrónicas de Internet.

14. Iteración: proceso continuo de experimentación, prueba y evaluación de un producto con el fin de generar soluciones que respondan a un problema y a las necesidades de un usuario específico.
15. Prototipo: es un método iterativo de simulación que se basa en la creación de modelos físicos o digitales con el fin de definir la experiencia de interacción del usuario y mejorar conceptos.
16. Perfil de usuario: conjunto de características que permiten separar a las personas en varios grupos utilizando datos sociodemográficos, necesidades o estudios de comportamiento.
17. Usabilidad: nivel en el que un sistema interactivo es accesible y puede ser utilizado con eficacia, eficiencia y satisfacción para lograr objetivos determinados en un contexto de uso.

## Bibliografía

- Andrew Plumley, Director of Inclusion, American Alliance of Museums. (2020, abril 2). Museums and Equity in Times of Crisis. Recuperado 16 de abril de 2020, de <https://www.aam-us.org/2020/04/02/museums-and-equity-in-times-of-crisis/>
- Barinaga López, B., Moreno Sánchez, I., & Navarro Newball, A. A. (2017). La narrativa hipermedia en el museo. El presente del futuro. *Obra digital*, (12), 101-121. <https://doi.org/10.25029/od.2017.119.12>
- Bennett , N., & James Lemoine, G. (2014, agosto 1). What *VUCA* Really Means for You. Recuperado de <https://hbr.org/2014/01/what-vuca-really-means-for-you>
- Boursiquot , B. y Brault, M. (2013). *Disability Characteristics of Income-Based Government Assistance Recipients in the United States: 2011*. Disponible en <https://www2.census.gov/library/publications/2013/acs/acsbr11-12.pdf>
- Caballero Resta, A. (2013, agosto 28). WebAIM: Visual Disabilities - Introduction. Recuperado 4 de mayo de 2020, disponible en <https://webaim.org/articles/visual/>
- Conjure. (2015, junio 1). Audio Eyes . Recuperado 27 de enero de 2020, de <https://apps.apple.com/us/app/audio-eyes/id990939734>
- Caride Gómez, J. (2012). Museums as Social Pedagogy or the need to change the civic and cultural look. *Cuestiones Pedagógicas*, 22, 141-160. Disponible en [http://institucional.us.es/revistas/cuestiones/22/art\\_6.pdf](http://institucional.us.es/revistas/cuestiones/22/art_6.pdf)
- Coyne, R. (2006, noviembre 28). Creative practice and design-led research. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <http://ace.caad.ed.ac.uk/JointGrads/ResearchMethods/>
- Design led research. (2020). En *IGI Global*. Recuperado de <https://www.igi-global.com/dictionary/design-led-research/62368>
- Dewey, J. (1998). *Democracia y educación* (Reimpresión ed.). Ediciones Morata, Dispñible en [https://www.academia.edu/36396052/Dewey\\_John\\_Democracia\\_y\\_Educacion](https://www.academia.edu/36396052/Dewey_John_Democracia_y_Educacion)
- El Foro Económico Mundial . (2012, mayo). *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyperconnected World* (11). Disponible en <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/>
- Fullana Acosta, M. (2020, abril 14). Conoce todo el contenido de la cultura puertorriqueña que puedes disfrutar online. El Nuevo Dia . Disponible en <https://www.elnuevodia.com>



- Gómez, A. (2015). La accesibilidad para personas ciegas y con deficiencia visual al patrimonio cultural y natural. *Her&Mus. Heritage and Museography* 16, 7, 49-54. Disponible en [https://www.trea.es/system/books/enlace1s/000/005/283/original/Her\\_Mus\\_-\\_16\\_LR.pdf?1473839158](https://www.trea.es/system/books/enlace1s/000/005/283/original/Her_Mus_-_16_LR.pdf?1473839158)
- Gonzalez, D. (2015b). *Museum Making: Creating with New Technologies in Art Museums*. Recuperado de <https://cmsw.mit.edu/museum-making-creating-with-new-technologies-in-art-museums/>
- Hutchins, E. (1996). *Cognition in the Wild*. Cambridge Massachusetts: The MIT Press. ISBN 0-262-08231
- Instituto de Estadísticas de Puerto Rico. (2018, 6 diciembre). *TRES MUNICIPIOS TIENEN 70% O MÁS DE SUS HOGARES CON ACCESO A INTERNET* [Comunicado de prensa]. Recuperado de [https://estadisticas.pr/files/Comunicados/CP%20-%20Tres%20Municipios%20tienen%2070%25%20o%20mas%20de%20sus%20hogares%20con%20Internet\\_0.pdf](https://estadisticas.pr/files/Comunicados/CP%20-%20Tres%20Municipios%20tienen%2070%25%20o%20mas%20de%20sus%20hogares%20con%20Internet_0.pdf)
- J. Paul Getty Museum. (2013, mayo 1). Sam Durant Selected for 2013 Getty Artists Program | News from the Getty. Recuperado de <http://jpgettyv12.tekgroupweb.com/sam-durant-getty-artists-program.htm>
- Kinsella, E. (2019b, abril 18). As ‘Serial Plaintiffs’ Target Art Gallery Websites for Disability Act Violations, Some Dealers Are Settling—or Scrambling to Get Up to Code. Recuperado 10 de febrero de 2020, de <https://news.artnet.com/art-world/galleries-settle-disability-lawsuits-1519915>
- Lawton Henry, S. (2018, junio 22). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>
- LexJuris de Puerto Rico. (2003, septiembre 2). Ley Núm. 229 del año 2003. Accedido 12 de abril de 2020, <http://www.lexjuris.com/lexlex/leyes2003/lexl2003229.htm>
- Ley Nm. 101 de 2010 -Ley para enmendar la Ley Nmero 213 de 1996; Ley de Telecomunicaciones de Puerto Rico de 1996 y derogar la Ley Nm. 100 de 2005; Ley para el Desarrollo de Centros Gratuitos de Acceso a la Internet a travs de todo Puerto

- Rico. (2010, 28 julio). Recuperado 5 de junio de 2020, de <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2010/lexl2010101.htm>
- Ley Nm. 219 de 2004 -Ley para Reducir la Brecha Digital. (2004, 20 agosto). Recuperado 5 de junio de 2020, de <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2004/lexl2004219.htm>
- López, C. (2014, noviembre 25). Accesibilidad Web para Personas con Impedimentos — Programa de Asistencia Tecnológica de Puerto Rico. Recuperado 1 de mayo de 2020, de <https://www.pratp.upr.edu/blog/accesibilidad-web-para-personas-con-impedimentos>
- Lupton, E., & Lipps, A. (2018a). *The Senses*. Amsterdam, Países Bajos: Amsterdam University Press.
- Lupton, E. y Lipps, A. (2018, abril 3). Why sensory design? Recuperado 27 de agosto de 2019, de <https://www.cooperhewitt.org/2018/04/03/why-sensory-design/>
- Martín, H. (2018, noviembre 11). Lawsuits targeting business websites over ADA violations are on the rise. *Los Angeles Times*. Disponible en <https://www.latimes.com>
- Muñoz, A. y Martí, A. (2018). Estudio de experiencias inmersivas en museos. Las nuevas narrativas de la realidad aumentada. *INNODOCT*, 14-16, 745-754. <https://doi.org/10.4995/INN2018.2018.8845>
- Museo Nacional del Prado. (2019). 200 y + - Actividad. Recuperado 20 de enero de 2020, de <https://www.museodelprado.es/recurso/200-y-/c4ae43c8-24c5-4097-899b-6596d64c258d>
- Museo Nacional del Prado. (2018, octubre). El Prado para todos 2018/2019 - Actividad. Recuperado de <https://www.museodelprado.es/recurso/el-prado-para-todos-20182019/861d0ea8-9490-4938-b2d1-3455409fa0b7>
- Navarro Newball, A. (2015). Redefinición de las TIC en el museo: del discurso discursivo al inclusivo. *Complutum*, 26, 219-228. Disponible en <http://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/viewFile/50432>
- Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '93*, 206-231. <https://doi.org/10.1145/169059.169166>
- O'Grady, K. V., & O'Grady, K. V. (2017). *A Designer's Research Manual, 2nd Edition, Updated and Expanded* (2.a ed.). New York, Estados Unidos: Macmillan Publishers

- O'Neill, M. D. M. (2018, mayo 21). Mid-Modern Dinnerware Exhibition. Recuperado 13 de mayo de 2020, de <https://rubberbandpr.com/2015/08/29/mid-modern-dinnerware-exhibition/>
- Organización Mundial de la Salud, 2013. (2013). *Salud ocular universal: Un plan de acción mundial para 2014-2019*. Disponible en [https://www.who.int/blindness/AP2014\\_19\\_Spanish.pdf?ua=1](https://www.who.int/blindness/AP2014_19_Spanish.pdf?ua=1)
- Pallasmaa, J. (2005). *Los ojos de la piel*. <https://doi.org/ISBN-13:978-84-252-2135-4>
- Peñaranda, D. (2019). *El Design Thinking en acción: las etapas del proceso*. Disponible en <https://www.disenoenvenezuela.com>
- PRATP UPR. (2020, enero 30). Accesibilidad en páginas de Internet. Accedido el 13 de abril de 2020, <https://www.pratp.upr.edu/servicios/informacion/tecnologias/accesibilidad-paginas-internet>
- Randall, K. (2019, marzo 15). The Smithsonian Debuts New Accessibility Technology For Blind and Low-Vision Patrons. *Washington City Paper*. Disponible en <https://www.washingtoncitypaper.com>
- Román, O. (2013, mayo 16). Luis Felipe Passalacqua: un alma que tiene ojos. *Primera Hora*. Recuperado de <https://www.primerahora.com>
- Sabina, J. (2016, enero 8). La museografía de la felicidad Una museografía accesible para todos . *Museos.es*, “museos y ética”(9). Disponible en <http://nuevamuseologia.net>
- Smith, J. y Whiting, J. (2001). Wave (Versión 2.0) [Software] (Versión 2.0). Disponible en <https://wave.webaim.org>
- The Senses: Design Beyond Vision | Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum. (2018, abril 13). Recuperado de <https://www.cooperhewitt.org/channel/senses/>
- Trujillo Suárez, M., Aguilar, J. J., & Neira, C. (2016). Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario -DCU-, adaptados para el desarrollo de productos materiales. *Iconofacto*, 12(19), 215-236. <https://doi.org/10.18566/iconofact.v12.n19.a09>
- Universidad de Girona Departamento de Organización, Gestión Empresarial y Diseño de Producto, Pérez, F., Pujades, N., Tresserras, J., & Espinach, X. (2002, junio 7). Recorrido histórico en la metodología de diseño . Recuperado 1 de mayo de 2020, de <https://www.researchgate.net>

- Universitat d'Alacant. (2006). Accesibilidad Web. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=deficit-visual-ceguera>
- Venegas, N. (2018). R.C. del S. 265: Para ordenar al Secretario de Salud de Puerto Rico a realizar un censo concentrado en los ciudadanos no videntes que residen en la Isla; y para otros fines relacionados. Recuperado de [https://estadisticas.pr/files/Memorials/Memorial\\_RC\\_S\\_265.pdf](https://estadisticas.pr/files/Memorials/Memorial_RC_S_265.pdf)
- Vu, M., Launey, K., & Ryan, S. (2019, enero 31). Number Of Federal Website Accessibility Lawsuits Nearly Triple, Exceeding 2250 In 2018. Recuperado de <https://www.adatitleiii.com/2019/01/number-of-federal-website-accessibility-lawsuits-nearly-triple-exceeding-2250-in-2018/>
- Watlington, E. (2020, febrero 12). How museums are making artworks accessible to blind people online. *Art in America*. Disponible en <https://www.artnews.com>
- WebAIM. (2020). Software. Recuperado de <https://webaim.org>
- World Health Organization: WHO. (2019, octubre 8). Ceguera y discapacidad visual. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>