



Universidad Autónoma de Zacatecas

“Francisco García Salinas”

Unidad Académica de Docencia Superior

Maestría en Tecnología Informática Educativa

Lineamientos para la Evaluación de Tecnología Educativa en Museos y Centros

Interactivos de Ciencia y Tecnología (LITEC-Museos)

Tesis que presenta

Sandra Elizabeth Flores

Para obtener el grado de

Maestra en Tecnología Informática Educativa

Directores

Dr. Leonel Ruvalcaba Arredondo

Dr. Marco Antonio Salas Quezada

Zacatecas, Zac., noviembre de 2025



SOMOS
ARTE, CIENCIA Y
DESARROLLO
CULTURAL



MTIE

Asunto: Autorización de Impresión de Trabajo
No. Oficio MTIE 028/2025

C. FLORES SANDRA ELIZABETH
Candidata a Grado de Maestría en
Tecnología Informática Educativa
P R E S E N T E

Por este conducto, me permito comunicar a usted, que se le autoriza para llevar a cabo la impresión de su trabajo de tesis:

"Lineamientos para la Evaluación de Tecnología Educativa en Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología (LITEC-Museos)".

Que presenta para obtener el Grado de Maestría.

También se le comunica que deberá entregar a este Programa Académico 1 empastado y 1 USB de su tesis a la brevedad posible.

Sin otro particular de momento, me es grato enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
Zacatecas, Zac., a 21 de noviembre del 2025

Glenda Flores A.

Dra. Glenda Mirtala Flores Aguilera
Directora de la U.A. de Docencia Superior



c.c.p.- Alumno
c.c.p.- Archivo

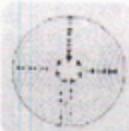
**Consorcio de
Universidades
Mexicanas**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS "FRANCISCO GARCÍA SALINAS"
Av. Preparatoria s/n, Fraccionamiento Progreso, C.P. 98068, Zacatecas, Zac, Tel. 492 925 6690 Ext. 1570
Correo electrónico: mtie@uaz.edu.mx



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
ZACATECAS

FRANCISCO GARCÍA SALINAS



Dra. Glenda Mirtala Flores Aguilera

Directora de la UADS

P R E S E N T E

En respuesta al nombramiento que me fue suscrito como director de tesis de la alumna: **SANDRA ELIZABETH FLORES** cuyo título de su trabajo se enuncia: **"Lineamientos para la Evaluación de Tecnología Educativa en Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología (LITEC-Museos)".**

Hago constar que ha cubierto los requisitos de dirección y corrección satisfactoriamente, por lo que está en posibilidades de pasar a la disertación de su trabajo de investigación para certificar su grado de Maestra en Tecnología Informática Educativa. De la misma manera no existe inconveniente alguno para que el trabajo sea autorizado para su impresión y continúe con los trámites que rigen en nuestra institución.

Se extiende la presente para los usos legales inherentes al proceso de obtención del grado del interesado.

A T E N T A M E N T E
Zacatecas, Zac., a 21 de noviembre del 2025

Dr. Leonel Ruvalcaba Arredondo
Director de Tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Archivo

Agradecimientos.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Dr. Leonel Ruvalcaba Arredondo, director de esta tesis, por su acompañamiento académico, su paciencia y por la claridad con la que orientó cada etapa del proceso investigativo. Su rigor, compromiso y calidad humana fueron esenciales para dar rumbo y coherencia a este trabajo. De igual manera, extiendo mi sincero agradecimiento al Dr. Marco Antonio Salas Quezada, codirector de esta tesis, cuyas observaciones, sugerencias y orientación enriquecieron de manera significativa la construcción de esta investigación. Su apoyo constante y su disposición para compartir su conocimiento contribuyeron decisivamente al fortalecimiento de este proyecto.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el otorgamiento de la beca de posgrado que posibilitó la realización de estos estudios. Este apoyo institucional resultó fundamental para asegurar la continuidad, el fortalecimiento y la proyección de mi formación académica y profesional

A mi familia, por su amor incondicional, sus palabras de aliento y su fortaleza en los momentos más desafiantes. Su apoyo emocional y su confianza en mí han sido pilares esenciales para avanzar con seguridad y determinación.

A mi hijo, Dylan Yoann Medina Flores, por ser mi mayor inspiración y la fuerza que me impulsa cada día. Le agradezco profundamente su paciencia y su comprensión durante los períodos de ausencia que implicó la realización de esta tesis. Su amor, su alegría y su presencia en mi vida fueron un motor constante para culminar este logro, que también es para él.

De manera muy especial, agradezco a mí compañero de vida el Dr. Huizilopoztli Luna García, por su paciencia, comprensión, apoyo y guía permanente. Su acompañamiento, motivación y confianza en mis capacidades fueron una fuente esencial de ánimo a lo largo de todo este proceso.

Tabla de contenido

Siglas y Abreviaturas.....	5
Resumen.....	1
Capítulo 1. Protocolo.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Marco contextual.....	7
1.4 Planteamiento del problema	7
1.5 Preguntas de investigación.....	10
1.4.1 Pregunta general	10
1.4.2 Preguntas específicas	10
1.6 Objetivos.....	10
1.6.1 Objetivo general	10
1.6.2 Objetivos específicos.....	11
1.7 Alcances	11
1.8 Limitaciones.....	12
Capítulo 2. Marco Teórico.....	13
2.1 Descripción de teorías base	13
2.2 Evaluación Museística	15
2.3 Museos Interactivos y con interactividad	21
2.3.1 Museografía Interactiva.....	24
2.3.2 Exhibiciones	29
2.4 Tecnología Educativa	32
2.4.1 Tecnología de la información y comunicación, Tecnología del Aprendizaje y del Conocimiento y Tecnología para el Empoderamiento y la Participación (TIC, TAP, TEP) ...	37

2.5	Diseño Instruccional.....	43
2.5.1	Modelos y Teorías de aprendizaje	47
2.6	Interacción Humano Computador (HCI).....	60
2.7	Diseño Centrado en el Usuario (UCD).....	61
2.8	Experiencia de Usuario (UX)	63
2.8.1	Usabilidad	65
2.8.2	Accesibilidad	67
2.9	Diseño de Interacción	68
Capítulo 3. Revisión de Literatura		70
3.1	Fuentes de información	70
3.2.1	Revistas Académicas Especializadas	73
3.2.2	Revistas museográficas.....	75
3.2.3	Proceso de selección	76
Capítulo 4. Método de Investigación Conceptual		77
4.1	FASE I.- Planteamiento del Problema de Investigación	79
4.2	FASE II.- Análisis de investigaciones relacionadas	80
4.3	FASE III.- Desarrollo del Modelo Conceptual	83
4.3.1	Estructura del modelo conceptual	85
4.3.2	Guía de uso.....	87
4.3.3	Sistema de evaluación	91
Capítulo 5. Conclusiones		92
5.1	Conclusión.....	92
Referencias.....		94
Anexos		107
Instrumentos de Evaluación LITEC-Museos		107

Siglas y Abreviaturas.

COZCYT	Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología
DI	Diseño instruccional
FA	Fabricación auditiva
GLO	Objetivos Genéricos de Aprendizaje
HCI	Interacción humano computador
IA	Inteligencia artificial
IoT	Internet de las cosas
LITEC-Museos	Lineamientos para la evaluación de tecnología educativa en museos y centros de ciencia.
MCC	Museos y Centros de Ciencia
MCICT	Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología
MML	Aprendizaje Multimodal (Multimodal Learning)
RA	Realidad aumentada
RM	Realidad Mixta
RV	Realidad Virtual
TE	Tecnología Educativa
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
UCD	User Centre Design (Diseño Centrado en el Usuario)
UX	Experiencia de usuario

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo proponer un conjunto de Lineamientos para la Evaluación de Tecnología Educativa (TE) implementada en los Centros y Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología (MCICT). Fundamentada en el Método de Investigación Conceptual propuesto por el Dr. Manuel Mora T. (2003), el cual está integrada por cuatro fases; formulación del problema, análisis de trabajos relacionados, desarrollo del modelo y validación del modelo. Esta investigación se centra en la evaluación de tecnologías inmersivas enfocándose en la Realidad Virtual (VR) como medio tecnológico en el aprendizaje no formal en Museos y Centros Interactivos de Ciencia. Los lineamientos, titulados como LITEC-Museos, pretenden guiar la evaluación de tecnología educativa bajo la perspectiva criterios generales pedagógicos, experiencia, accesibilidad, usabilidad y operatividad.

Capítulo 1. Protocolo

1.1 Introducción

Los museos han sido parte importante de la transmisión de conocimientos durante décadas. La clasificación de los museos se desarrolla en cinco generaciones, cada una cumpliendo objetivos específicos respecto al público, su integración, relación y participación con su público.

Los museos pueden ser clasificados desde distintas perspectivas, para Gallardo Pérez & Vergel Ortega (Gallardo Pérez et al., 2017) se organizan en cinco generaciones las cuales se describen de la siguiente manera: los museos de primera generación hacen referencia a aquellos cuya función principal era las exhibiciones de colecciones de distinto índole (arte, religión, reliquias, entre otros); los museos de segunda generación son aquellos que ya incluyen evidencia del avance tecnológico aunque sigue prevaleciendo el formato expositivo donde el público funge el papel de espectador de la revolución tecnológica; en la tercera generación de los museos se posicionan los museos interactivos los cuales dejan atrás el formato de exhibición expositiva dando paso a que el público forme parte activa del museo por medio de la interacción con los objetos expuestos; la cuarta generación de los museos corresponde a los parques temáticos y de atracciones; Finalmente la quinta generación de los museos hace referencia a los museos en formato virtual.

Dentro de la descripción anterior, el punto focal de la investigación se centra en los museos de tercera generación, es decir, los museos interactivos donde se incluye la participación del público con los recursos del museo. Estos museos interactivos se consideran como centros de interacción física e intelectual ya que el visitante se

mantiene en un papel activo con las exhibiciones, en contraste con la pasividad que se asocia a otros tipos de museos donde simplemente se observan los objetos, Sánchez Mora y Macías (2019) citado en (M. del C. Sánchez-Mora, 2022). Sin embargo, a pesar de ser espacios interactivos, mantienen su designación como museos debido a la presencia de salas o elementos de exhibición, lo cual ahora se relaciona con el término de interacción. Por lo que en el presente trabajo se hará referencia a los Museos y Centros Interactivos de Ciencia con el acrónimo (MCICT).

1.2 Antecedentes

Los Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología (MCICT) al fungir como instituciones de aprendizaje informal y al ser el tema principal la ciencia y la tecnología, más allá de describir la tecnología deben de adoptarla dentro de sus instituciones. En ese sentido se dejará de lado la idealización de un futuro donde se utilicen aspectos tecnológicos novedosos pasando a la acción al implementar el uso de las tecnologías emergentes como medio de aprendizaje. Yan, L. (2024) menciona como la integración de tecnologías emergentes en los museos como Realidad Aumentada (AR por sus siglas en inglés), Realidad Virtual (VR por sus siglas en inglés) así como el Big Data y la Web 2.0 tiene un efecto positivo enriqueciendo la experiencia del aprendizaje y a la vez contribuyendo en facilitar el aprendizaje conceptual.

Si bien la integración de tecnología emergente en los museos como medios educativos proveen a estas instituciones de experiencias de inmersión más significativas, Pavlovic (2021) resalta la importancia de integrar enfoques pedagógicos y de indagación a los recursos tecnológicos empleados en los museos con el objetivo

no solo de facilitar el aprendizaje sino de estimular la exploración activa y proveer de aprendizajes dinámicos.

De acuerdo con lo anterior, diversidad de autores subrayan en sus investigaciones el lado positivo en la integración de tecnología en los museos entre ellos Rosaria (2021) enfatiza la eficacia de la narración digital en el desarrollo de pensamiento crítico, Hanson et al. (2022) demuestra lo enriquecedor de las tecnologías en el desarrollo de habilidades socioemocionales, interpersonales e inteligencia emocional, así mismo, Frykman (2014 citado en (Yan, 2024)) destaca como la tecnología además de aumentar la motivación integra los diversos tipos de aprendizaje por medio de la personalización.

La integración de tecnología en los museos no es referente único de dispositivos electrónicos, aunado ello se incluye la tecnología multimedia, esta alude a los varios formatos de media incluyendo texto, gráficas, audio, video, elementos interactivos para la creación de contenido digital que involucre y se comunique con los usuarios(Sanju, 2024). Esta incorporación de la tecnología multimedia no es un elemento nuevo, ya que ha estado presente en los museos desde los años 50's con la adopción de las audioguías, sin embargo, a medida que la tecnología avanza los medios y métodos de enseñanza lo hacen a la par de estas, de modo que la tecnología multimedia se articula con el museo para facilitar el aprendizaje interactivo.

De acuerdo con Sanju (2024), en la actualidad los museos hacen uso de la tecnología multimedia como medio de accesibilidad e inclusividad añadiendo características a las exhibiciones como los subtítulos, descripciones, elementos táctiles. No obstante, el uso y la implementación de tecnologías emergentes aunado

con tecnología multimedia deben ir más allá de solo otorgarle innovación al museo ya que “los museos de ciencia no pueden depender únicamente del valor del entretenimiento ya que necesita combinarlo con contenido que incorpore temas educativos” (Suzuki & Tubuku, 2021, p. 33)

La interactividad ha emergido como un concepto multifacético, extendiéndose más allá de la simple capacidad de tocar y operar dispositivos, los museos han acumulado una valiosa experiencia y comprensión de su audiencia Massarani et al. (2019; 2022). A partir de ello y tomando la postura positivista de Gallardo Pérez et al.(2010)en el cual el punto crucial es el enfoque educativo en la población hacia la informática y las nuevas tecnologías los MCICT fungen un papel significativo como apoyo a los docentes dentro de la educación no formal; fortaleciendo los conocimientos tradicionales como cimientos esencial para adquirir nuevos aprendizajes, emplear las herramientas informáticas disponibles y expandir el ámbito educativo más allá de los límites físicos de la escuela Gallardo Pérez y Vergel Ortega 2010).

Es crucial tener en cuenta que los MCICT desempeñan un papel primordial en el fortalecimiento de tres tipos de educación: la formal, que se adquiere dentro de las instituciones educativas pertinentes; la no formal, que se desarrolla fuera del sistema escolar tradicional; y la informal, que se obtiene a través de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el contexto cotidiano (Gallardo Pérez y Vergel Ortega 2010).

Según lo planteado por Sánchez Mora (2022; 2008), se logra fortalecer la educación al hacer que el conocimiento científico sea más accesible y atractivo para

los visitantes mediante una diversidad de medios de comunicación, tales como computadoras, textos, vídeos, gráficos, entre otros recursos.

La urgencia de exhibir la calidad educativa obtenida a través de las experiencias en los MCICT se encuentra íntimamente ligada a la continua necesidad de evaluar los resultados. Sin embargo, de acuerdo con Pérez (2013) la evaluación en estos espacios estaba prioritariamente centrada en estudios demográficos y de mercado, y en encuestas de opinión, como lo atestiguan los primeros estudios de visitantes.

La investigación sobre los resultados educativos experimentó un cambio significativo posteriormente, ya que, según Rennie y McClafferty (1996), la auténtica naturaleza del aprendizaje y la práctica científica se veían comprometidos por la presencia de exposiciones y equipos llamativos que favorecían el entretenimiento por encima de la enseñanza. Esto conducía a una presentación empobrecida, simplificada y desprovista de valores y cuestionamientos éticos.

Los estudios realizados en relación con los MCICT abarcan una amplia variedad de enfoques. Desde investigaciones centradas en la experiencia interactiva que exploran aspectos como el contexto físico, social y personal, así como la retención del conocimiento post-visita y la relación entre el aprendizaje y las exhibiciones museísticas, utilizando una variedad de métodos como grabaciones, encuestas y observaciones (Falk, 2006).

Otro enfoque investigativo en torno a los MCICT, presentado por Hooper-Greenhill (1990) citado en (Europa (EVE), 2023), se basa en el uso de sistemas de evaluación por objetivos, descomponiendo las experiencias en Objetivos Genéricos de Aprendizaje (GLO, por sus siglas en inglés). Estas investigaciones han revelado que

variables tales como el conocimiento previo, el interés, la motivación, la capacidad de elección y control, la interacción social dentro y entre grupos, la capacidad de orientación, el uso de organizadores avanzados, así como la arquitectura y el diseño de las exhibiciones, todas tienen un impacto significativo en el aprendizaje de los visitantes.

1.3 Marco contextual

El presente estudio se enmarca en el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Zigzag, ubicado en la ciudad de Zacatecas, Zacatecas, México. Esta institución fue inaugurada el 20 de enero de 2005 como un espacio de divulgación e impulso al conocimiento científico, tecnológico y de innovación entre la infancia y la juventud no solo en la entidad federativa, sino también en los estados vecinos (zigzag, 2021),

El Zigzag cuenta con nueve salas interactivas que abordan diferentes temáticas científicas como la sala BigBang, Acción-Reacción, Polos y Cargas, Sala de la Luz, Robótica entre otras. En los últimos años, Zigzag ha incorporado nuevos medios para enriquecer la experiencia educativa, ejemplo de ello es la implementación de recorridos virtuales en el año 2020 a causa de las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19 (zigzag, 2021).

1.4 Planteamiento del problema

Si bien uno de los factores primordiales en los MICT es mantenerse en constante cambio y a la par de la evolución de las tecnologías, las salas del Zigzag cuentan con periodos tardíos de actualización, ejemplo de ello es la sala BigBang la cual se inauguró en el 2009 (zigzag, 2021) y fue hasta 2023 que se realizó una remodelación con una inversión de 6.2 millones de pesos con fines de modernización

(Prensa, 2023). Sin embargo, las exhibiciones adquiridas no presentaban ningún tipo de innovación tecnológica. La remodelación de la sala radicó en nuevos vinilos, paneles, mamparas y demostraciones con pelotas plásticas o botones físicos estilo al estilo de los 90's, así como el uso de lupas para la visualización de materiales pequeños.

Ante esto se realizó de manera gratuita un proyecto nombrado “Diseño de un Ambiente de Realidad Virtual para el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas (ZigZag)”, registrado con el número UAZ 2022-38602, realizado en colaboración del Consejo Zácatecano de Ciencia y Tecnología (COZCYT) con el Laboratorio de Tecnologías Interactivas y Experiencia de Usuario (LITUX) correspondiente a la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ).

El proyecto titulado “Diseño de un Ambiente de Realidad Virtual para el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas (ZigZag)” tiene la temática de enseñar el sistema solar a los usuarios, así como las propiedades y características de cada planeta. Esto se desarrollaba por medio de un juego donde el usuario tomaba el papel del capitán de la nave realizando un recorrido por los planetas. En ese sentido el proyecto se realizó tomando como referente principal en Sentido de Presencia en Ambientes Virtuales”.

El desarrollo e implementación bajo el lente del LITUX fue un éxito, pues este se encargó del modelado de los ambientes virtuales, así como de las pruebas con los usuarios para identificar y establecer el nivel de presencia, se elaboró cada uno de los elementos gráficos, sonido, historia. Sin embargo, el desarrollo e implementación de este proyecto trajo consigo diversos cuestionamientos desde el lente educativo entre

ellos; ¿cómo saber que la tecnología es funcional desde la perspectiva educacional?, ¿Cómo es posible saber si los objetivos de aprendizaje están bien definidos?, que objetivos se pretenden alcanzar? ¿Son claros y bien redactados? ¿El uso de realidad virtual (VR) es fácil de utilizar por los usuarios?, ¿El uso de RV realmente promueve el aprendizaje o es solo entretenimiento? ¿Qué teorías de aprendizaje sustentan la implementación de RV?, ¿La experiencia de RV está bien estructurada o es libre?, ¿contiene secuencia de actividades? ¿La interfaz es intuitiva, accesible y de fácil uso? ¿El museo contara con la infraestructura necesaria para su mantenimiento?

Mihura-López et al.(2024) mencionan que la adopción de dispositivos digitales presenta desafíos financieros y prácticos, como la necesidad de inversiones significativas y la rápida obsolescencia de las herramientas. Los museos enfrentan el reto de equilibrar la innovación tecnológica con la preservación de la autenticidad de la experiencia museística. Esto evidencia la necesidad de realizar evaluaciones oportunas antes de implementar cualquier cambio en las salas, con el fin de identificar que tecnologías resultan más convenientes, sostenibles, eficaces y adecuadas para el contexto y los objetivos del museo. Lo anterior en concordancia con Guillermo Orozco (2005) quien plantea la necesidad de transformar el museo en un espacio innovador de aprendizaje creativo y significativo, donde el equipamiento tecnológico se convierta en herramientas para alcanzar los objetivos establecidos.

Aunado a ello Pinto, Gómez-Camarero y Fernández-Ramos (2012) evidencian la necesidad de realizar evaluaciones a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el ámbito educativo (TICE) ya que tras un análisis se puede recabar información sobre cómo utilizar las TIC para conseguir los objetivos

pedagógicos que se pretenden obtener, además de contribuir a mejorar aspectos en los procesos de enseñanza-aprendizaje al obtener información sobre las ventajas, desventajas, potencial y limitaciones de las TIC.

1.5 Preguntas de investigación

1.4.1 Pregunta general

¿Qué criterios deben integrar un conjunto de lineamientos para evaluar la tecnología educativa implementada en los Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología, con el propósito de mejorar la experiencia y el proceso de aprendizaje dentro del contexto de educación no formal?

1.4.2 Preguntas específicas

- ¿Cuáles son los enfoques, mejores prácticas, métodos, metodologías y/o lineamientos más relevantes utilizados por la comunidad académica para evaluar la tecnología educativa en contextos no formales?
- ¿Qué criterios de evaluación deben ser integrados en un conjunto de lineamientos que permitan evaluar aspectos específicos de la Tecnología Educativa en los Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Proponer un conjunto de lineamientos que permitan evaluar aspectos específicos de la Tecnología Educativa implementada en los Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología, tomando como referente el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Zigzag de Zacatecas

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar las contribuciones y limitaciones de investigaciones previas de la comunidad académica y científica relacionados con enfoques de evaluación en Tecnología Educativa aplicadas a Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología.
- Identificar los elementos clave que integran la Tecnología Educativa implementada en Museos y Centros de Ciencia para su evaluación.
- Proponer un conjunto de lineamientos para la evaluación de Tecnología Educativa en los Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología a partir de las contribuciones identificadas en la literatura.

1.7 Alcances

- **Contribución al conocimiento:** La investigación proporcionará directrices específicas para evaluar la efectividad de la tecnología educativa implementada en los Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología en México. Esto agregará conocimiento a la literatura existente sobre evaluación en el ámbito de la educación no formal y tecnología educativa.
- **Mejora de la calidad educativa:** Al identificar criterios y metodologías para evaluar la tecnología educativa en centros interactivos, la investigación puede contribuir a la mejora de la calidad educativa en estos espacios, lo que beneficiará a los visitantes y a la sociedad en general.
- **Impacto social:** El estudio tiene el potencial de mejorar la alfabetización científica y tecnológica entre la población, lo que puede

tener un impacto positivo en el desarrollo social y económico del país al fomentar habilidades críticas y creativas necesarias para abordar desafíos globales y locales.

1.8 Limitaciones

- **Complejidad del tema:** La evaluación de la tecnología educativa es un tema complejo que involucra múltiples variables y metodologías. La investigación puede enfrentar desafíos para abordar esta complejidad de manera exhaustiva en un solo estudio.
- **Acceso a recursos:** La investigación enfrenta limitaciones en cuanto al acceso a bases de datos y bibliotecas digitales, lo que restringe el alcance de la revisión de literatura existente

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Descripción de teorías base

El estudio desarrollado, fundamentado en el proceso de investigación conceptual, se formula mediante el sustento teórico de cuatro vertientes, estos son referentes identificados en la revisión de literatura en artículos como: (Mihura-López et al., 2024b; Smets & Euser, 2025), entre otros.

Por tanto, los tópicos asociados al tema de investigación son:

- **Evaluación museística**
- **Museos Interactivos**
- **Tecnología Educativa**
- **Diseño instruccional**
- **Interacción Humano Computador**

En este capítulo se muestran las teorías base que sustentan la presente investigación. Algunas de ellas son inherentes al estudio (museos interactivos, lineamientos), mientras que otras se derivan de revisión de literatura realizada. Se exponen sus definiciones, conceptos centrales y fundamentos teóricos, así como las principales limitaciones identificadas. En consecuencia, el contenido se organiza y desarrolla de la siguiente manera:

- **Evaluación museística**
- **Museos Interactivos**
 - Museografía interactiva
 - Exhibiciones

- **Tecnología Educativa**
 - Tecnología de la información y Comunicación, Tecnología del Aprendizaje y el Conocimiento y Tecnología del Empoderamiento y la Participación (TIC TAP TEP)
- **Diseño Instruccional**
 - Modelos y Teorías de Aprendizaje
 - Aprendizaje Situado
 - Constructivismo
 - Aprendizaje Experiencial
 - Aprendizaje Basado en Juegos (GBL)
 - Aprendizaje Multimodal
- **Interacción Humano Computador (HCI)**
- **Diseño Centrado en el Usuario (UCD)**
- **Experiencia de Usuario (UX)**
 - Usabilidad
 - Accesibilidad

Aunado a lo anterior se exponen los estudios relacionados cumpliendo de esa manera con la fase II del modelo de Investigación Conceptual de Mora Tavares (2003).

Dentro de los estudios relacionados se consideraron:

- Smets, W., & Euser, V. (2025). A comparative case study of two immersive learning experiences in museums. *History Education Research Journal*, 22(1). <https://doi.org/10.14324/HERJ.22.1.16>

- Zhang, A., Sun, Y., Wang, S., & Zhang, M. (2025). Research on User Experience and Continuous Usage Mechanism of Digital Interactive Installations in Museums from the Perspective of Distributed Cognition. *Applied Sciences*, 15(15), 8558. <https://doi.org/10.3390/app15158558>
- Mihura-López, R., Piñeiro-Otero, T. y Hernández-Ibáñez, L. (2024). Interactividad digital en museos: desarrollo de un guion de evaluación para profesionales del patrimonio cultural [Digital interactivity in museums: development of an evaluation script for cultural heritage professionals]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-17. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-602>
- Ellie King, M. Paul Smith, Paul F. Wilson, Janet Stott & Mark A. Williams (2023) Creating Meaningful Museums: A Model for Museum Exhibition User Experience, *Visitor Studies*.
- Qiang Li, Jingjing Wang & Tian Luo (2022): Evaluating Interactive Digital Exhibit Characteristics in Science Museums and Their Effects on Child Engagement, *International Journal of Human–Computer Interaction*, DOI: 10.1080/10447318.2022.2126584
- Bobbe, T., and Fischer, R. (2022). How to design tangible learning experiences: A literature review about science exhibit design

2.2 Evaluación Museística

En concordancia con Mejoredu (Pérez Bolom et al., 2023), los lineamientos se describen como actos que determinan condiciones, elementos, características, o recomendaciones ya sea de forma general o específica, sobre el desarrollo de un

proceso una actividad o acción. De ello se tiene que los lineamientos son una orientación sobre cómo debe llevarse a cabo una actividad o proceso. Aunado a ello se establece que pueden ser generales, esto es, regulando un proceso en su totalidad y/o específicos enfocándose en una o en algunas etapas, del proceso o acción que se esté evaluando (Pérez Bolom et al., 2023).

Siguiendo a Castellanos et al., (2022) (Castellanos et al., 2022) la evaluación dentro de un museo hace referencia a todo aquello en relación con el público, ayudando a verificar que todo cumpla con su cometido permitiendo construir información para la toma de decisiones sobre aspectos o situaciones a cambiar, mejorar o fortalecer.

En ese sentido, es pertinente realizar evaluaciones en la tecnología implementada en los museos y centros interactivos de ciencia, verificando así que se cumpla con el cometido dentro de uno de los objetivos de cada institución como; alfabetización de la ciencia, despertar de vocaciones científicas, divulgación científica, educación no formal, innovación de experiencias significativas, entre otros. De acuerdo con (Severin et al., 2012) la evaluación de proyectos en tecnología para la educación se sustenta en cuatro componentes que forman la línea base para evaluación esta comprende:

- Infraestructura (instalaciones, equipos, conectividad, soporte)
- Contenido (currículo, recursos educativos digitales, plataformas, servicios)
- Personas (formación docente, competencias TIC, apoyo técnico)
- Procesos (planificación, presupuesto, comunicaciones)

En conjunto con ello, presenta la definición del tipo de evaluación en función a una serie de indicadores dentro de cada dimensión exemplificado en el cuadro uno el cual muestra las dimensiones para clasificar los tipos de evaluación de acuerdo con el tipo de indicadores, el momento en que realiza la evaluación, tipo de información analizada y el uso de los resultados obtenidos.

Tabla 1.

Dimensiones para clasificar los tipos de evaluación

Dimensión	Tipos de evaluación
Según tipo de indicadores e información analizada	Cualitativa
	Cuantitativa
Según el momento de realización de la evaluación.	Ex Ante
	Intra
	Ex Post
Según el tipo de indicadores de evaluación	Evaluación de procesos
	Evaluación de impacto
Según el uso que se les dará a sus resultados	Evaluación formativa
	Evaluación sumativa

Fuente. Severin, et al. (2012). Diseño. Elaboración propia.

Por otro lado, Castellanos et al. (2022) plantea que en los museos y centros de ciencia se puede evaluar todo lo que se necesite, referente a las áreas y los equipos de educación menciona temas como:

- Política educativa y científico-cultural; horizontes, intencionalidades, vinculaciones con comunidades.

- Programas, propuestas, actividades, acciones educativas; estructura, alcance, actualización o desactualización, relación con política educativa y científico. Cultural
- Materiales, equipamientos, exhibidores educativos y los textos e imágenes asociados, esto es, las maneras en que se facilita o exhiben los aprendizajes; articulación con el aspecto conceptual, pedagógico y comunicacional; criterios ergonómicos, atractivo, claridad, amigabilidad y grado de desgaste.
- Estructura, dinámica y formación de los equipos educativos: composición, roles, experticia, modos de funcionamiento
- Espacios en función de usos, necesidades, vías de circulación, flexibilidad, accesibilidad, inclusión.

Alineado con el área para la evaluación Castellanos et al. (2022) sugiere el seguimiento de la tipología de evaluación propuesta por Screven (1990) debido a que se adapta a las distintas fases que concurren en un museo interactivo de ciencia entre ellas se encuentran:

- Evaluación previa (front-end evaluation): Suele aplicarse a la planificación.
- Evaluación formativa (formative evaluation): Evalúa la puesta en escena de una actividad, una exposición, un taller, etc. y sus canales de comunicación. Se aplica durante el proceso de diseño y desarrollo hasta alcanzar un resultado óptimo antes de salir al público.

- Evaluación sumativa (summative evaluation): Se aplica una vez que la exposición o el programa ha sido abierto al público. Ofrece información sobre el impacto y los efectos no previstos en el público, una vez analizado cómo el visitante se apropia de la exposición, programa o actividad evaluada.
- Evaluación correctiva (remedial evaluation): Se aplica para realizar mejoras a una actividad en curso proponiendo soluciones a problemas que se detectan.

En relación con lo previamente mencionado, los lineamientos expuestos en este estudio y conforme a la perspectiva de evaluación de proyectos en tecnología para la educación (2012) se centra en dos vertientes la primera en infraestructura pues aborda características de las tecnologías utilizadas en las exhibiciones y en segunda instancia en los contenidos conforme a la instrucción, muestra al público y funcionamiento, no como tal en la creación del contenido que se muestra al público sino centrado en el cómo se muestra este contenido al usuario.

Desde la óptica de Castellanos et al., (2022) las directrices presentadas en la investigación se centran en el área de materiales, equipamientos, exhibidores educativos, los textos e imágenes asociadas, ya que por medio de las directrices presentadas se podrá visualizar aquellos factores que facilitan o inhiben el aprendizaje en una exhibición determinada que haga uso de tecnología educativa, aunado a los aspectos pedagógicos, ergonómicos y funcionales.

Si bien existen varias propuestas para la evaluación de museos y centros interactivos, la mayoría se centra en la evaluación de la comunicación siendo este un

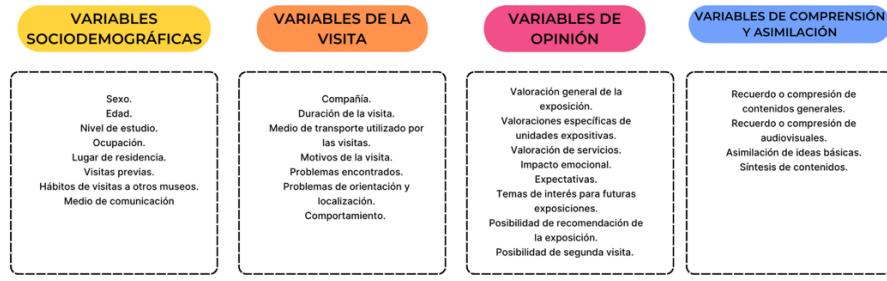
área muy amplia pues los recursos utilizados para ello son variados. A su vez, la comunicación es uno de los factores primordiales que se encuentran dentro de los objetivos de los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología pues por medio de la comunicación se establece la alfabetización científica, el aprendizaje significativo, la transmisión de conocimiento.

Sánchez-Mora (2008) menciona que dentro de la evaluación de la comunicación recaen varios elementos como; recursos humanos, recursos materiales y contenidos científicos a divulgar. A estos elementos se les deberá implementar algún tipo de evaluación ya sea; la evaluación de los procesos (de conceptualización y elaboración de exhibiciones, de atención a los visitantes, etc.) la evaluación de los productos (las propias exhibiciones, los programas, actividades educativas, etc.). y la evaluación de resultados desde el punto de vista de la apropiación del conocimiento científico por los visitantes (Sánchez-Mora, 2008, p. 29).

A pesar de que las exhibiciones y sus componentes de comunicación están dentro de la categoría de procesos, esta no refleja elementos relacionados con los componentes tecnológicos educativos que conforman algunas de las exhibiciones, por el contrario, se centra en el comportamiento del visitante, en la siguiente figura se muestra de forma gráfica el tipo de variable y variables que conforman el proceso de evaluación.

Figura 1.

Variables consideradas en la evaluación del proceso de exhibición



Fuente. Datos tomados de Sánchez-Mora, (2008, p. 34). Diseño. Elaboración propia.

Lo expuesto evidencia que, aunque se han desarrollado diversos métodos para la evaluación de exhibiciones, estos no presentan una correspondencia directa con los dispositivos tecnológicos educativos, lo que limita su aplicabilidad en contextos de aprendizaje informal mediado por la tecnología. De acuerdo con Marini y Agostino (2022) un amplio número de estudios señalan que las tecnologías implementadas en los museos y centros de ciencia pueden influir de manera positiva o negativa en el visitante por lo que es importante centrarse en cómo se diseña la experiencia de forma que resulte significativa.

2.3 Museos Interactivos y con interactividad

Como fue mencionado en el capítulo uno los museos se clasifican en diversas categorías de acuerdo con el tipo de colección, contenido, temática, función y enfoque. En particular los museos y centros interactivos de ciencia se distinguen por el uso de módulos o exhibiciones interactivas y tecnologías digitales. En ese sentido, Orozco (2005) (Orozco, 2005) plantea que los museos no deben concebirse únicamente como espacios de contemplación pasiva, sino como escenarios que favorecen el desarrollo cognitivo mediante la interacción, la comunicación y el estímulo de la creatividad por medio de experiencias lúdicas.

En ese sentido Orozco (2005) señala que tanto comunicadores, educadores y especialistas en museología concuerdan con la ideología sobre dejar de percibir a los museos como intuiciones concernientes a la contemplación y observación de contenidos, donde el visitante se visualiza como un ente pasivo en el entorno museístico y por el contrario el museo debería fungir como un escenario propicio para el desarrollo cognitivo por medio de la interacción, integraciones comunicativas y el despertar de la creatividad por medio de integraciones lúdicas.

Para que un museo o centro interactivo de ciencia cumpla verdaderamente con aspectos innovadores de aprendizaje, este debe “reunir de forma adecuada tres condiciones: interactividad, alta tecnología y proyecto educativo” (Orozco, 2005, p. 40) que resulte en un escenario ideal para el descubrimiento por medio de un involucramiento multidimensional, esto es “para que un museo sea un escenario de exploración y descubrimiento, su dispositivo debe permitir la interacción manual, real o virtual” (Orozco, 2005, p. 45).

Ante lo mencionado, Gándara Vázquez (2020) enfatiza la importancia de discernir entre los conceptos de “interactividad” e “interacción” así como de sus pertinentes cognados “interaccionar” e “interactuar”. El poseer una idea clara de cada concepto servirá de apoyo en para hablar de museo interactivo, así como de “museografía interactiva”.

De modo que “la interactividad es la capacidad del receptor para controlar un mensaje no lineal hasta el grado establecido por el emisor, dentro de los límites del medio de comunicación asincrónico” (Santacana & Martín Piñol, 2010, p. 20). Esta definición proporcionada por Santacana y Martin (2010) es un poco reduccionista y

limitante pues deja fuera la elección del receptor al seguir una secuencia fija establecida por el emisor, además, da cabida a la interacción solo en medios asíncronos dejando fuera los elementos síncronos. En un sentido más amplio Crawford (2003) (Crawford, 2003) define la interactividad como:

un proceso cíclico en el que dos actores de manera alternada escuchan, piensan y hablan. [...] Estoy usando aquí los términos actores, escuchar, pensar y hablar metafóricamente, aunque los términos son literales en la forma más comúnmente experimentada de la interactividad: la conversación. [...] Podemos generalizar esta noción de la conversación como un proceso interactivo a cualquier interacción humana, aunque, si lo hacemos, entonces debemos usar los términos metafóricamente. Si nos queremos poner académicos, supongo que los podríamos reemplazar por input, proceso y output, pero eso suena ridículamente técnico. [...] He aquí un punto central sobre el proceso interactivo: hay dos actores, no solamente uno (p. 5).

En ese sentido Crawford (2003) deja de lado la interacción unidireccional de Santacana (2010) añadiendo que la interacción es la acción entre dos actores que alternan las acciones de emitir un mensaje ante una conversación ya sea entre individuos o en un medio informático. Al implementar esta definición en los museos y centros interactivos señalaría que, aunque este no contenga tecnología podría ser llamado “museo interactivo” ya la que la acción se realiza entre los visitantes, visitantes- facilitadores, visitantes- guías.

Lo anterior no deja muy en claro los términos para ser empleados en el contexto de los museos interactivos. Sin embargo, Gándara (2020) acierta en el sentido de definir la interacción como acción, comunicación o relación entre dos o más actores (personas, objetos o sistemas) por lo que la interacción entre los actores propiciara una influencia o modificación de comportamiento por medio de una acción y respuesta.

En tanto que, a interactividad, hace referencia a la capacidad de un usuario a influir en el contenido o comportamiento de un medio, sistema, programa, modificando la experiencia en función de las decisiones tomadas, siendo un proceso bidireccional donde el usuario tiene el control y manejo sobre la experiencia dentro de los límites del emisor o sistema (Gándara Vázquez, 2020).

2.3.1 Museografía Interactiva

Una vez entendida la diferencia entre interacción (interaccionar) e interactividad (interactuar), es importante destacar el concepto de museografía interactiva, ya que su definición clara es fundamental al relacionarla con la tecnología educativa implementada dentro de los museos interactivos. De ello Santacana y Martín (Santacana & Martín Piñol, 2010), mencionan que:

la museografía interactiva puede ser definida como la disciplina tecnocientífica que se ocupa de orientar u establecer descodificadores de los conceptos u objetos que se muestran en un museo o espacio de patrimonio (el medio de comunicación) de forma que los receptores tengan la capacidad para controlar los mensajes no lineales hasta el grado establecido por el emisor, dentro de los límites del propio medio de comunicación [...] y el nivel de interactividad de la museografía puede

ser definido a su vez como] la capacidad variable que tiene el museo o el módulo museográfico de darle mayor poder a sus usuarios en la construcción del conocimiento, ofreciéndole tanto posibilidades de selección de contenidos como de expresión y comunicación (Santacana & Martín Piñol, 2010, p. 24).

De lo anterior Santacana y Martín (2010) expresan a la museografía interactiva como la disciplina encargada de diseñar la experiencia dentro de los museos interactivos donde el usuario cuenta con la posibilidad de elegir el contenido, seleccionar la información de su interés y como interactuar con ella, todo ello dentro de los límites establecidos por los dispositivos o tecnología implementada o dentro de los límites que brinde la institución. Existen diversos tipos y niveles de interactividad que dan paso a esta modificación del ambiente y presentación de la información, de acuerdo con (Zorrozua, 2021) entre ellas se encuentran:

Tabla 2.

Tipos de interacción.

Tipo de Interacción	Descripción
Interacción formativa	Módulos de uso individual apoyados en pantallas táctiles, joysticks y teclados con programas simples. Ofrecen información sobre el museo como mapas, servicios, entre otros.
Interacción de aprendizaje simple	Sistemas que funcionan mediante sistemas de preguntas- respuestas unidireccional (máquina pregunta, usuario responde). Se vuelven obsoletos rápidamente.
Interacción mediante videojuegos	Poco frecuentes, coste alto, difícil mantenimiento. Más eficaces en museos ya que interactúan con el visitante.

Interacción basada en habilidades individuales	Ejemplo, tetris. Utilizado como juego y como entretenimiento.
Interacción por medio de puzzles	Juego clásico trasladado al ordenador. No es base informática.
Interacción basada en plataformas.	Video juego por niveles por medio de la demostración de conocimientos sobre un tema.
Interacción por aventuras gráficas.	Usuario como protagonista, sustitución de la lectura por medio visual de personaje y escenarios.
Interacción basada en juegos de rol.	Usuario como parte de una historia visual desde un plano cenital, se ejecutan diferentes acciones.
Interacción basada en estrategia	También llamada estrategia en tiempo real con causa y efecto funciona por turnos individuales, demuestra habilidades de dirección en distintas operaciones que consiguen un objetivo lógico (ejemplo, ajedrez)

Fuente. Zorrozua (2021). Diseño. Elaboración propia.

Aunado a las interacciones anteriores se menciona que las estrategias interactivas más aplicadas en los museos impulsadas por el desarrollo tecnológico son: mesas multitáctiles y aplicaciones interactivas, entornos virtuales adaptados a diferentes públicos, rompecabezas armables y fichas didácticas con información, personalización de la visita mediante tecnologías y experiencias sensoriales que estimulan los sentidos.

Las interacciones señaladas son parte fundamental en los museos y centros interactivos pues entran dentro del concepto de “prohibido no tocar” (*hands on*) ya que el punto focal es integrar a los usuarios dentro de una experiencia única que genere conocimiento significativo a partir de la experiencia y comprensión propia.

Ante esto (Fernández Navarro, 2018) menciona que la interactividad en los museos y centros de ciencia no solo se conforma con el *hands on* como manipulación tangible. Por el contrario, especifica que son tres niveles que considerar dentro de la interacción; *hands on*, *minds on*, y *heart on*. Los dos últimos encendiéndose como estratos superiores de la interactividad donde se establece una relación intelectual y emocional relacionada con los elementos museográficos.

Un factor que dio inicio a este tipo de interactividad fue el surgimiento y aplicación de nuevos paradigmas educacionales dentro de los MCICT. En este sentido (Johnson, 2025) menciona que una exposición interactiva que sea realmente eficaz, debe estimular múltiples sentidos, fomentar el procesamiento cognitivo y facilitar la interacción social creando un entre el visitante y el contenido. Ante esto, (Johnson, 2025) realiza una categorización de la interacción la cual se muestra en la figura 2.

Figura 2.

Categorización de interacción.

01

Interacción física

- Esculturas cinéticas.- manivelas, botones, palancas, engranajes.
- Estaciones de construcción.- imanes, bloques, entre otros.
- Exhibiciones táctiles.- exhibiciones que animan a tocar diferentes texturas, replicas, artefactos.
- Accesorios para juegos de rol.- disfraces, herramientas, escenarios, entre otros.

02

Interacción digital y virtual

- Quioscos de pantalla táctil
- Realidad aumentada (RA)
- Simulaciones de Realidad Virtual (RV)
- Plantillas controladas por gestos
- Proyecciones interactivas

03

Interacción social y colaborativa

- Desafío de resolución de problemas en grupo
- Estaciones de debate
- Espacios de co-creación
- Espacios de presentación y performance

04

Interacción sensorial y experiencial

- **Paisajes sonoros.**- exhibiciones de audio interactivas, mezcla de sonidos.
- **Estaciones de olores.**- exhibiciones que permiten a los usuarios identificar diferentes olores de acuerdo con la temática.
- **Simulaciones ambientales.**- recreación de condiciones ambientales específicas (viento, temperatura, luz) para transmitir experiencias.
- **Retroalimentación haptica.**- tecnologías que proporcionan sensaciones táctiles, añadiendo realismo a las interacciones digitales.

Fuente. Datos tomados de Johnson (2025). Diseño. Elaboración propia.

Si bien los niveles de interacción y el uso de exhibiciones interactivas se consideran elementos fundamentales para mejorar la experiencia de los visitantes, el uso excesivo de ellos puede resultar contraproducente al resultado esperado, Zorrozua (2021) menciona varias dificultades entre ellas:

- **Sobrecarga de opciones:** Ofrecer demasiadas opciones interactivas con aspectos similares puede abrumar a los visitantes y dificultar su enfoque.
- **Interacción simultánea:** El acceso de múltiples usuarios en una misma interacción al mismo puede interrumpir la experiencia.

- **Interrupción del fenómeno principal:** La interactividad excesiva puede desviar la atención del visitante de lo más importante, dificultando la exploración de la obra o exposición central.
- **Distacción por elementos secundarios:** Funciones interactivas secundarias pueden hacer que los visitantes se concentren en aspectos menos importantes de la exposición.

2.3.2 Exhibiciones

Los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología contienen dos tipos de exhibiciones las cuales son parte fundamental para su actividad; permanentes y temporales (King et al., 2024). Las exhibiciones permanentes son aquellas que se consideran fijas en el museo, tienen por objetivo proyectar la temática y narrativa del museo, mientras que las exhibiciones temporales son aquellas que solo permanecen en el museo por un cierto periodo, tienen una temática en específico y proporciona herramientas novedosas o de interés general para atraer al público. Ambas exhibiciones permiten a los visitantes interactuar con objetos, audios, videos, lecturas y participar en actividades interactivas (King et al., 2024).

Ambos tipos de exhibiciones pueden ser catalogadas como reactiva o pasiva. De acuerdo con (Rennie & McClafferty, 1996) una exhibición pasiva es aquella en la que no se espera una reacción de la exhibición, ejemplo de ello es tocar el pelaje de un animal. Por otro lado, se considera reactiva cuando la exhibición tiene una reacción ante la interactividad con el usuario, ejemplo de ello es tocar un botón para reproducir un audio. Por otra parte, Screven (1974) citado en Rennie y McClafferty (1996) señala que las exhibiciones interactivas son aquellas que responden a una acción del visitante

e invitan a una respuesta adicional, es decir; se crea una dependencia entre el visitante y la exhibición.

Bajo una perspectiva contemporánea (King et al., 2023) definen a las exhibiciones como entidades complejas que incluyen objetos, texto, video, audio y tecnologías interactivas con el objetivo de comunicar un mensaje, contar una historia o facilitar el aprendizaje. Estas entidades complejas se muestran como componente fundamental en el aprendizaje informal en los MCC, sin embargo, presentan dificultades para garantizar que el aprendizaje sea significativo en los visitantes. Lo anterior se debe a la falta de evaluaciones sistemáticas, falta de recursos y capacidades institucionales limitadas (King et al., 2023).

De acuerdo con (King et al., 2023) las características principales de una exhibición son:

- Contenido. Hace referencia lo que se presenta en el espacio de la exhibición, incluyendo objetos e historia narrativa.
- Presentación. Describe como se entrega el contenido, esto es, el diseño y la estética de la exhibición que a su vez deben estar vinculados al contenido.
- Funcionalidad. Esto es como opera el contenido y la presentación en el espacio de la exhibición y como los visitantes acceden a ella. Esto incluye la accesibilidad física e intelectual, así como la manera de navegar en el espacio.
- Interacción. Concerne a como el visitante opera dentro del espacio de la exhibición, incorpora tanto la interacción física como la intelectual.

Aquí se incluyen los estilos de aprendizaje y modalidades de participación.

En comparación con (J. Li et al., 2024) las características de las exhibiciones se conforman por:

- Interactividad y engagement. En este sentido se refiera a exhibiciones contemporáneas que incorporan tecnologías digitales como pantallas táctiles, realidad aumentada (RA) y experiencias inmersivas.
- Accesibilidad e inclusividad. La intención es producir exhibiciones accesibles para diversos públicos por medio de tecnologías que faciliten la interacción y aprendizaje.
- Innovación en diseño. Las exhibiciones integran tecnologías digitales que mejoran la narración y la experiencia del visitante por medio de las presentaciones multicanales de la información.
- Colaboración multidisciplinaria. Hace referencia a la colaboración entre curadores y diseñadores, así como expertos en tecnología para la creación de exhibiciones efectivas.
- Educación y aprendizaje. Exhibiciones con enfoque educativo, involucrando a los visitantes en el proceso de aprendizaje significativo.

Debido al exponencial desarrollo de la tecnología en diversos contextos como el educativo, el uso de uso de tecnologías de la información aplicadas en los MCICT han experimentado gran auge, dando paso a la implementación de tecnologías de transformación digital (DTT) como la inteligencia artificial (IA), tecnologías inmersivas,

fabricación auditiva (FA), internet de las coas (IoT) y la computación en la nube (J. Li et al., 2024)

Actualmente, las decisiones de diseño se basan en la intuición y experiencia del personal del museo y diseñador, ya que existe una limitada disponibilidad de conocimiento formal que guie dichos procesos, no obstante, es fundamental disponer de conocimiento de diseño sólido para involucrar eficazmente a los visitantes (Bobbe & Fischer, 2022).

Por tanto, el objetivo de los diseñadores de exhibiciones museísticas es el crear una experiencia de aprendizaje “en la que la educación sea entretenimiento, el descubrimiento resulte emocionante y el aprendizaje se convierta en una aventura” (Packer & Ballantyne, 2004, p.68 citado en (Bobbe & Fischer, 2022).

2.4 Tecnología Educativa

La Tecnología Educativa (TE) es un campo de estudio y práctica que ha evolucionado significativamente desde sus inicios hasta la actualidad, adaptándose y evolucionando continuamente respecto a la integración de las innovaciones tecnológicas y metodológicas en el ámbito educativo. En este sentido se sostienen que la tecnología educativa es una disciplina que se dedica a examinar medios, materiales, portales web y plataformas tecnológicas utilizados en los procesos de aprendizaje (Serrano Sánchez et al., 2016 citado en (Cañizález & Beltrán, 2017a). En este ámbito, se incluyen los recursos destinados a la formación e instrucción, que fueron creados inicialmente para satisfacer las necesidades y preocupaciones de los usuarios (Serrano Sánchez, Gutiérrez Porlán, & Prendes Espinoza, 2016).

En este sentido, se entiende la TE como una disciplina pedagógica encargada de concebir, aplicar y valorar de forma sistemática los procesos de enseñanza y aprendizaje, valiéndose de diversos medios para que la educación logre sus finalidades (Gil et al., 2015).

Con una visión más extensa (Huang et al., 2019) realizan una descripción de la TE en dos vertientes, la primera refiriéndose al estudio y la práctica ética de facilitar el proceso de aprendizaje y con ello mejorar el rendimiento a través de la creación, el uso y la gestión adecuada de los procesos tecnológicos.

Por otro lado, desde una perspectiva centrada en el uso de tecnologías emergentes y existentes para mejorar las experiencias de aprendizaje, se reconoce su aplicación en una amplia variedad de entornos educativos, entre los que se incluyen el aprendizaje formal, informal, no formal, a lo largo de toda la vida, a demanda y justo a tiempo. Ante esto, se añade la variedad de términos utilizados para referirse a la TE como lo son; tecnologías /entornos de aprendizaje, tecnologías / sistemas instruccionales.

El discurso pedagógico a menudo tiende a confundir el concepto de tecnología educativa con el de tecnologías de la información y la (Cañizález & Beltrán, 2017b). No obstante, los autores enfatizan que estas últimas constituyen únicamente herramientas digitales que permiten almacenar, representar y transmitir información en el ámbito educativo (tecnologías en la educación), mientras que la tecnología educativa implica un proceso reflexivo pedagógico que integra teoría, metodología y práctica formativa en contextos educativos específicos, orientado al logro de objetivos educativos previamente establecidos (Cañizález & Beltrán, 2017b, p. 33).

Por tanto, se afirma que no basta con usar más tecnología en la educación; lo importante es entender cómo las herramientas tecnológicas pueden realmente ayudar a los estudiantes a aprender mejor y de diferentes maneras (Cabero-Almenara, 2003). Por ende, es preciso conocer el significado y objetivo de los diversos términos que se atanen a la definición de TE o de aquellos que en determinado momento confunden su función integrándola en automático a las funciones de la TE.

Uno de los puntos de partida para lograr una definición más amplia es definir y conocer sus elementos por separado Tecnología-Educación, comenzando por el primer término el cual es la comprensión de la “Tecnología”, con ello seleccionar la ruta más pertinente y concerniente hacia la formación de la definición sobre TE ya que “si la tecnología se considera de manera instrumental, el trabajo se orienta hacia cuestiones de eficiencia utilizando un modelo simple y causal; si se considera en términos de las prácticas o la cultura, las cuestiones de significado, experiencia y valor afloran” (Oliver, 2016, p. 42). De esto, de Vries menciona cuatro aspectos o perspectivas que definen al a tecnología desde diversos enfoques (De Vries, 2012).

- Tecnología como artefacto. - Hace referencia a los objetos físicos creados por los seres humanos (herramientas, maquinas, dispositivos)
- Tecnología como conocimiento. - Se refiere al conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que son necesarios para diseñar, construir y utilizar los artefactos tecnológicos, es decir, es lo que sabemos para crear y usar tecnología.
- Tecnología como actividades. - Toda acción y procesos humanos necesarios para crear, implementar y usar artefactos tecnológicos.

- Tecnología como un sistema sociotécnico. - Resalta la interacción entre artefactos tecnológicos, personas, organizaciones y normas sociales esto es, el resultado de la combinación entre personas, reglas y tecnología como las redes de internet o el transporte público.

Las definiciones de Vries (2012) se aplican plenamente a la tecnología educativa (TE). Como artefactos, la TE alude a recursos tecnológicos que facilitan el aprendizaje, como tabletas, pizarras electrónicas o proyectores. Como conocimiento, integra estas herramientas en la enseñanza-aprendizaje, no solo como medios, sino como un “saber hacer”: usar entornos virtuales, diseñar experiencias interactivas o programar simuladores. Como actividades, transforma la tecnología en aprendizaje efectivo, permitiendo desarrollar cursos en línea o juegos educativos. Finalmente, como sistemas sociotécnicos, destaca la interacción entre personas, herramientas, infraestructura y políticas educativas.

Spector y Morel (2022)sostiene que la tecnología educativa (TE) “implica la aplicación disciplinada del conocimiento con el propósito de mejorar el aprendizaje, la instrucción y/o el desempeño”, describiéndola como una disciplina de la ingeniería basada en teorías, experiencias y evidencia empírica. Según Spector, sus principios se derivan de la ciencia básica y de la investigación en áreas como cibernética, ciencias de la información, teorías del aprendizaje, comunicación de masas, factores humanos, teoría organizacional y psicología, reflejándose en cómo pensamos, procesamos información, aprendemos y nos comunicamos, por lo que define la TE como una “empresa multidisciplinaria”.

A lo anterior se puede añadir la reflexión de Castañeda, Salinas et al. (2020), quienes, además de analizar los diversos principios que implica la tecnología educativa, destacan la importancia de considerar no solo su impacto en un contexto educativo específico, sino también los procesos de diseño, creación, implementación y uso. Asimismo, señalan la necesidad de tener en cuenta los factores que influyen en la eficacia y eficiencia de la tecnología educativa, así como los posibles efectos no previstos.

Si bien como lo muestran diversos autores la TE se sustenta en diferentes disciplinas, ya que los retos a los que hace frente son complejos, es crucial abordar estos retos desde un enfoque reflexivo y organizado, por lo que Spector et al. (2022) sugieren abordarlos desde un enfoque sistémico en el cual implica:

- Una visión a largo plazo del problema y solución (desde la imaginación hasta la implementación y el resultado final)
- Una visión amplia y holística de los factores relevantes (desde el contexto inmediato hasta las actividades incidentales y no anticipadas)
- Una visión dinámica del problema (es probable que las cosas cambien).

Derivado de lo anterior, es importante mencionar que para definir el concepto de Tecnología Educativa (TE) se debe considerar entre otras cosas la temporalidad en la que se aplica, así como las disciplinas y dispositivos tecnológicos que se adhieren a la TE en función con los objetivos que se pretenden lograr de acuerdo con el contexto específico en el cual se implementa. Para la presente investigación, se concibe la tecnología educativa aplicada en museos y centros interactivos de ciencia como la

disciplina orientada a optimizar la experiencia del usuario y el diseño instruccional, promoviendo la interacción efectiva entre los visitantes y los contenidos expuestos, así como mejorando la accesibilidad y la personalización de la experiencia educativa.

2.4.1 Tecnología de la información y comunicación, Tecnología del Aprendizaje y del Conocimiento y Tecnología para el Empoderamiento y la Participación (TIC, TAP, TEP)

El uso, la enseñanza y la capacitación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han cobrado una importancia central en los procesos educativos contemporáneos. Sin embargo, Enríquez (2012) advierte que persiste una mala práctica consistente en emplear las herramientas tecnológicas de forma aislada, como mecanismos independientes, lo cual impide comprender su verdadero valor pedagógico.

En este sentido, la autora subraya que no basta con enseñar el uso instrumental de las TIC, sino que es necesario integrarlas en un marco metodológico que promueva la construcción de aprendizajes significativos, favoreciendo así su aprovechamiento como mediadoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Lo anterior, en el contexto de los museos y centros de ciencia, la implementación de exhibiciones interactivas debe sustentarse en una metodología pedagógica que propicie el aprendizaje significativo y la apropiación científica, minimizando el uso ineficiente de tecnologías derivado de la carencia de conocimientos sobre su aplicación e integración educativa.

Es así que las TIC se consideran herramientas utilizadas para acceder a la información y la comunicación por medio de diferentes canales o formatos de lectura, audio, video y audiovisuales; recursos que favorecen la enseñanza, el aprendizaje y la inclusión digital, con la creación de espacios, ambientes y situaciones para participar, que a su vez pueden transformarse en TAC dado que pueden ser adaptadas a las necesidades del usuario (Gallo, 2023). Por otro lado, Lozano (2011citado en, (Eríquez, 2012) define a las TAC de la siguiente manera:

Se trata de incidir especialmente en la metodología, en los usos de la tecnología y no únicamente en asegurar el dominio de una serie de herramientas informáticas. Se trata en definitiva de conocer y de explorar los posibles usos didácticos que las TIC tienen para el aprendizaje y la docencia. Es decir, las TAC van más allá de aprender meramente a usar las TIC y apuestan por explorar estas herramientas tecnológicas al servicio del aprendizaje y de la adquisición de conocimiento (p. 4).

Esto va más allá de la simple conjunción de TIC acompañada de una metodología sino que “en realidad lo que se plantea es cambiar el ‘aprendizaje de la tecnología’ por el ‘aprendizaje con la tecnología’ (Lozano, 2011, p. 46) es decir, comenzar a utilizar herramientas tecnológicas para facilitar el aprendizaje ya sea por medio de aplicaciones educativas, simuladores o recursos en línea.

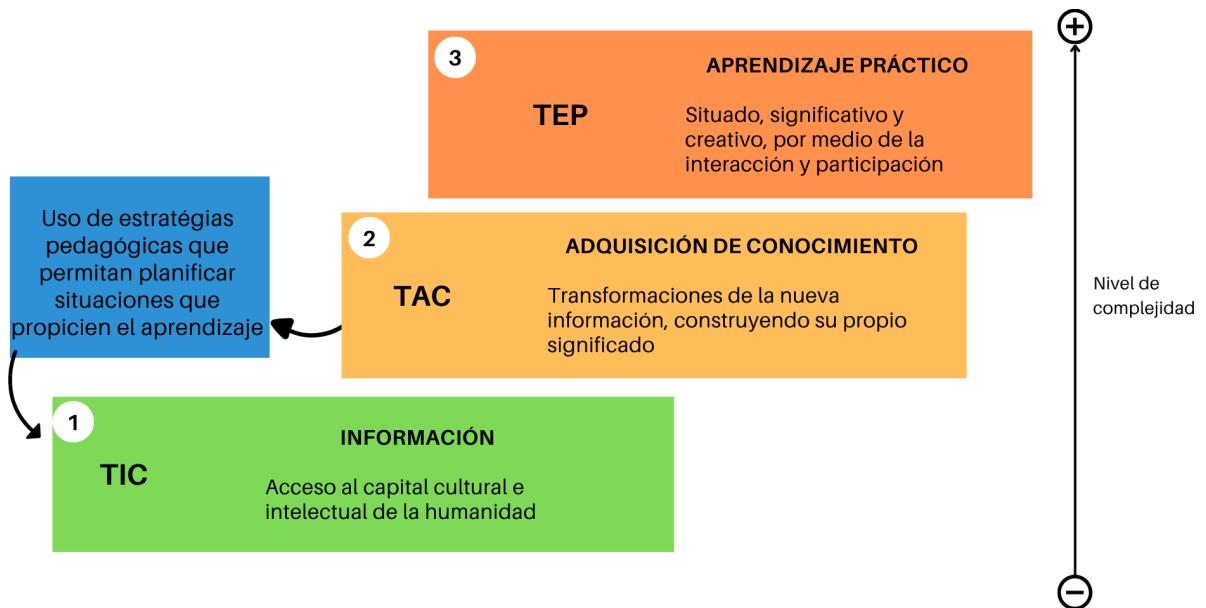
En ese sentido Campos et al. (citado en Díaz Guecha & Márquez Delgado, 2020) señalan que el uso de las estrategias TAC puede; a) proveer condiciones a los estudiantes para la construcción de conocimiento y transformaciones conceptuales; b) favorecer un anclaje al desarrollo de habilidades analítico-categoriales y estratégico-

metodológicas, y c) propiciar un ambiente de aprendizaje activo, reflexivo, crítico y participativo.

A diferencia de las TAC, las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP) permiten un aprendizaje práctico, situado y creativo, fomentan la interacción, la construcción social del conocimiento y la participación, y forman parte de la “ciberdemocracia” para influir y generar tendencias (Gallo, 2023). Es decir, las TEP corresponden a las herramientas tecnológicas diseñadas para promover la inclusión, la participación y el empoderamiento de personas o comunidades, especialmente aquellas que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad o exclusión social. Estas tecnologías buscan fortalecer la toma de decisiones informadas, la participación social, económica y política, así como la calidad de vida. De acuerdo con Gallo (2023), la construcción del conocimiento mediante las TIC, TAC y TEP se desarrolla de forma progresiva, incrementando su nivel de complejidad, como se muestra en la siguiente figura 3.

Figura 3.

Proceso de adquisición de conocimiento por medio de las TIC, TAC y TEP.



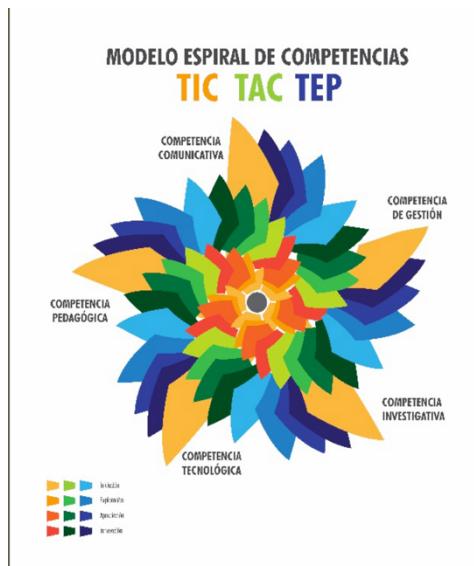
Fuente. Datos obtenidos de Gallo (2023). Diseño. Elaboración propia.

Por otra parte, Parra (2010, citado en (Santos et al., 2016) menciona que las TIC deben ser entendidas como medios que invitan a enseñar y pensar la enseñanza, y su incorporación implica replantear las metodologías. Ante esto, propone el modelo de desarrollo en espiral TIC, TAC, TEP, por medio de este modelo se propone el desarrollo de competencias a partir de procesos de formación con un enfoque construcciónista en tecnología educativa.

El modelo en espiral (figura 4) se realizó a partir del análisis sistemático de diez modelos, los cuales cumplen con los siguientes factores: aplicabilidad en procesos de enseñanza aprendizaje con recursos TIC, promueven innovación educativa en diferentes contextos, son referentes a nivel internacional, evidencian naturaleza científica, y han generado impacto positivo en la aplicación (Santos et al., 2016).

Figura 4.

Modelo en espiral de competencias TIC, TAC, TEP en docentes.

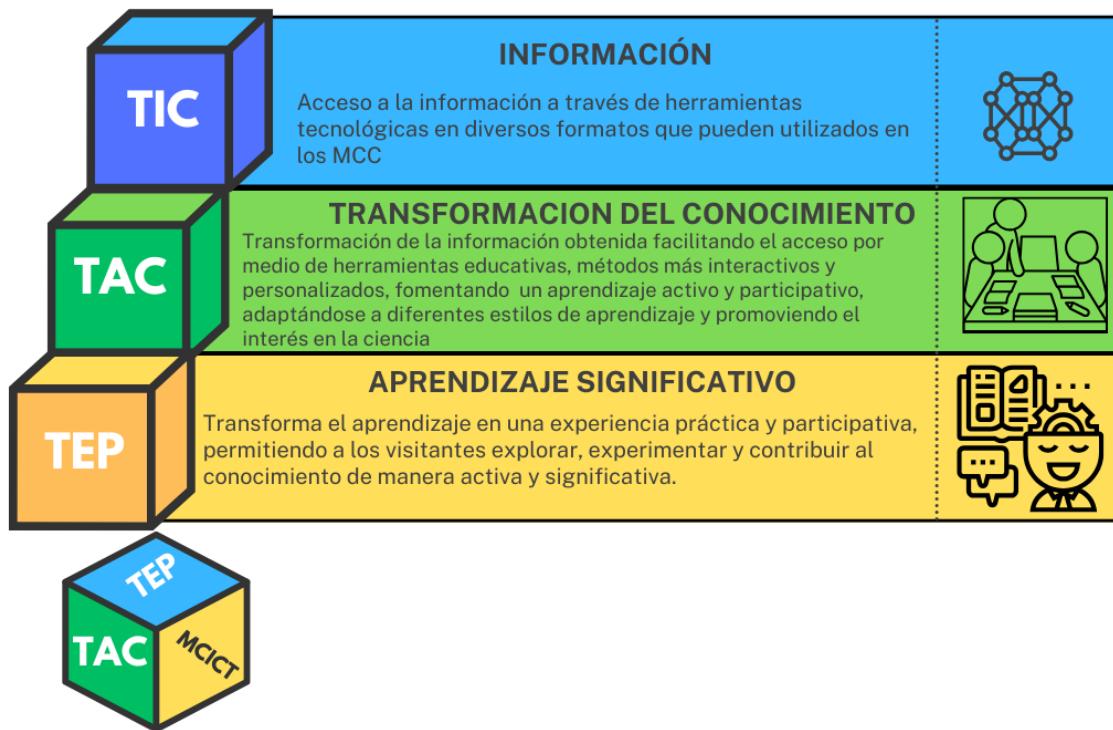


Fuente.(Pinto Santos et al., 2017)

Si bien la implementación y el uso de las TIC, TAC y TEP se abordan comúnmente en el ámbito de la capacitación docente como herramientas para favorecer un aprendizaje significativo en el aula, su aplicación también resulta factible en los Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología (MCICT), incluso sin la mediación directa del docente. Este último constituye el eje central de la educación formal, mientras que su ausencia caracteriza los procesos de educación no formal. La construcción del conocimiento con el uso de estas herramientas aplicado en los MCC se ejemplifica de la siguiente manera en la figura 5.

Figura 5.

Descripción de la implementación de las TIC, TAC y TEP en el contexto de los Museos y Centros Interactivos de Ciencia.



Fuente. Elaboración propia.

De lo anterior se muestra que no existe un nivel de complejidad en la adquisición de conocimiento como en el aula, pues el visitante no estará encargado de verificar cuales herramientas serán las correctas ni bajo que métodos se utilizarán. Sin embargo, en el MCC serán los especialistas en TIC, pedagogos, expertos en diseño instruccional, entre otros, quienes se apropiarán de las TIC y TAP bajo una exhaustiva y meticulosa planeación e implementación metodológica de acuerdo con los perfiles

de los visitantes. Así la información se presentará en formatos amigables, atractivos, interactivos fomentando un ambiente de aprendizaje dinámico, donde la curiosidad, la experimentación y la participación son los factores clave que resultan en una experiencia educativa significativa y memorable.

2.5 Diseño Instruccional

El Diseño Instruccional (DI o ID por sus siglas en inglés) ha sido conceptualizado de diversas maneras a lo largo del tiempo, reflejando con ello la evolución de las teorías educativas y necesidades formativas. En ese tenor y correspondiente al aspecto tecnológico Reiser (2001) menciona que “el campo del diseño instruccional y la tecnología abarca el análisis de problemas de aprendizaje y desempeño, así como el diseño, desarrollo, implementación, evaluación y gestión de procesos y recursos tanto instrucionales como no instrucionales, con el propósito de mejorar el aprendizaje y el rendimiento en diversos entornos, particularmente en instituciones educativas y en el ámbito laboral” (p 53).

Por otra parte Diaz Barriga (2005 citado en (Ayala Ramirez, 2021) sostiene que “diseño Instruccional (DI), es el proceso sistemático que conduce a la creación de sistemas instrucionales y el desarrollo instruccional; es el proceso de implantar dicho sistema e incluye su evaluación y mantenimiento” (p. 38).

En un contexto contemporáneo, se designa al DI como un proceso sistemático orientado a crear experiencias de aprendizaje efectivas y motivadoras. Integra principios pedagógicos y estrategias de diseño y tecnología para analizar necesidades,

definir objetivos, desarrollar materiales y evaluar resultados con el propósito de planificar la enseñanza de manera eficiente y adaptada a cada contexto (Stefaniak et al., 2025)

Ante las diferentes definiciones se puede concordar en que el DI es un proceso estructurado encargado de la creación del diseño, desarrollo e implementación, así como de la evaluación y la gestión de los procesos y recursos. Todo ello con el propósito de crear experiencias únicas que mejoren el proceso de aprendizaje. Sin embargo, Stefaniak et al., (2025) menciona que existen grandes retos para los diseñadores instrucionales para cerrar la brecha entre la práctica y la teoría, adaptarse a los cambios tecnológicos y aplicar de manera apropiada las estrategias en los proyectos.

Lo anterior debido a que los modelos de DI no encajan del todo con el surgimiento de nuevas tecnologías o teorías pedagógicas, es decir, el DI se “ha visto inmerso en una conversión del paradigma didáctico, que va de lo considerado clásico o tradicional a aquello que se cuestionan el qué y cómo aprender en ambientes de aprendizaje mediados por herramientas tecnológicas. Ello ha llevado a considerar conceptos, tales como pedagogía emergente” (Ayala Ramirez, 2021, p. 39).

Se define entonces a las pedagogías emergentes como “como el conjunto de enfoques e ideas pedagógicas, todavía no bien sistematizadas, que surgen alrededor del uso de las TIC en educación y que intentan aprovechar todo su potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco de una nueva cultura del aprendizaje” (Adell & Castañeda, 2012, p. 15).

Este avance tecnológico que ha propiciado nuevas pedagogías también ha creado nuevos modelos de aprendizaje enfocados en los estudiantes. Si bien toman como base teorías del siglo XX como Vygotsky, Piaget y Bruner, se fortalecen por medio de las nuevas tecnologías (Adell & Castañeda, 2012; Ayala Ramírez, 2021). Entre ellos se destacan los modelos adaptativos que permiten la personalización como la inteligencia artificial (IA); la gamificación y juegos serios por medio de la realidad virtual (RV), realidad aumentada (RA) y la realidad mixta (RM) para la generación de experiencias inmersivas; y el aprendizaje invertido y activo sustentado por medio de las tecnologías colaborativas (Ayala Ramírez, 2021).

Existen diferentes modelos de DI entre ellos se encuentran; Modelo ADDIE, Modelo ASSURE, Modelo de Gagné, Modelo de Dick y Carey, entre otros. Ayala Ramírez (2021) menciona que los diferentes modelos de DI se relacionan y aplican de acuerdo con los diferentes modelos de aprendizaje aplicados.

Dentro del contexto de los MCICT diversos autores señalan que algunos de los modelos de aprendizaje comúnmente implementados incluyen el constructivismo, aprendizaje activo y situado, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje basado en objetos, aprendizaje activo y multisensorial, aprendizaje colaborativo y aprendizaje activo basado en indagación (Chen et al., 2025; De Kluis et al., 2024; Kador, 2025; Karnezou & Kariotoglou, 2022; H. Li & Zhang, 2025; Wang et al., 2025). No obstante, es importante señalar que estos modelos no se limitan únicamente a los mencionados, ya que los MCICT suelen integrar enfoques híbridos y emergentes en función de sus objetivos educativos, públicos, y recursos tecnológicos.

Ante la gran diversidad de modelos de aprendizaje existentes, resulta complicado discernir cual modelo de DI es el más apropiado para implementar de acuerdo con el contexto del MICT y el modelo de aprendizaje utilizado. En ese sentido Ayala Ramírez (2021) propone un proceso sistemático para determinar el Modelo de DI a utilizar basado en el currículo, enfoque del modelo instruccional, recursos y contextualización (Figura 7). Aunque este proceso se de selección de DI se enfoca en el contexto educativo de educación formal presencial, en línea o virtual se puede tomar de base para su aplicación en contextos museísticos.

Figura 6.

Proceso de selección de DI.



Fuente Ayala Ramírez (2021). Diseño. Elaboración propia.

Si bien la figura 6 muestra un proceso sencillo para la elección de Diseño Instruccional (DI) para esta investigación se utilizará el Modelo de Diseño Instruccional ADDIE. Este modelo se considera versátil y genérico y es el más utilizado ya que contiene fases esenciales en un diseño instruccional, permitiendo su adecuación para el logro de instrucciones en diferentes contextos. El acrónimo del modelo ADDIE (por su traducción en inglés) señala las fases y el orden en que se implementan; analize (análisis), designe (diseño), develop (desarrollo), implement (implementación) y evaluate (evaluación) (Domínguez Pérez et al., 2018; Esquivel Gámez, 2014)

2.5.1 Modelos y Teorías de aprendizaje

Para comprender que son las teorías o modelos del aprendizaje en primera instancia se debe asimilar el significado de “teoría” y “aprendizaje”. De esta manera comenzando por el primer término referente a la teoría y de acuerdo con Babbie (2009, citado en (Sampieri Hernández, 2017), el significado de “teoría” se resume como una explicación final o conocimiento integral que ayuda a comprender situaciones, eventos y contextos. Aunado a ello Sampieri (2017) añade que es “un conjunto de proposiciones vinculadas lógicamente y apoyadas por un conjunto sustancial de evidencias, capaces de explicar por qué y como ocurre un fenómeno, es decir, de proporcionarle un sentido, además de que sienta las bases para futuras indagaciones. (p. 21). Así mismo, Suppes (1974) menciona que una teoría es un conjunto científicamente aceptable de principios que explican un fenómeno. Las teorías ofrecen marcos de referencia para interpretar las observaciones ambientales y sirven como puentes entre la investigación y la educación (Suppes, 1974).

Por el contrario del término “teoría”, la definición de “aprendizaje” no es tan sencilla de delimitar pues contiene diversas acepciones de acuerdo con las diferentes posturas o corrientes. Ante esto y de acuerdo con Velázquez (2009) se describe el aprendizaje como:

Una actividad humana muy compleja que hace posible que la persona transite, de manera gradual, de un estado inicial a un nuevo estado cualitativamente superior, por haberse apropiado de conocimientos, habilidades, valores y de la experiencia acumulada por la sociedad, que le permiten crecer en el plano individual, traducido en modificaciones en su manera de actuación en un contexto determinado (p.50).

Ante lo anterior Knowles (2009 citado en (Esguerra Pérez & Guerrero Ospina, 2010) concuerda con la visión del aprendizaje como un cambio producido por medio de la experiencia, sin embargo, lo visualiza en tres fases:

- Aprendizaje como producto, expone el resultado final de la experiencia de aprendizaje.
- Aprendizaje como proceso, es aquello que sucede en el acontecer de la experiencia del aprendizaje
- Aprendizaje como función, contribuye a los aspectos como la motivación, retención, transferencia, los cuales pueden implicar cambios en la conducta del individuo.

En síntesis, el aprendizaje va más allá de un simple cambio de conducta, implicando transformaciones en el significado de la experiencia. Este se considera

significativo cuando los contenidos se relacionan de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante, apoyándose en una estructura cognitiva existente (Ausubel, 1983, López et al., 2021 citados en (Alonso-Serna, 2024).

En el último siglo, la expansión de la educación en sus modalidades formales e informales en conjunto con el crecimiento de la investigación en ciencias sociales ha permitido examinar enfoques educativos diversos (Hein, 2006). Correspondiente al contexto de los museos y centros interactivos de ciencia Bobbe & Fischer (2022) caracterizan el aprendizaje informal con las siguientes dimensiones; no didáctico, altamente colaborativo en lo social, integrado en una actividad significativa, iniciado por interés o elección del aprendiz, libre de evaluación externa.

En ese sentido se tomarán solamente las teorías de aprendizaje y modelos educativos relacionados con los museos y centros interactivos de ciencia, en específico a los relacionados con las tecnologías inmersivas.

2.5.1.1 Teoría Aprendizaje Situado

El aprendizaje situado se muestra como un modelo por medio del cual se mejoran las capacidades de los discentes para adaptarse y resolver problemas en situaciones de la vida real ya que los discentes se sitúan dentro de su propia cultura (Cid- García & Marcillo- Murillo, 2023).

De manera objetiva, el aprendizaje situado se concibe como una forma de construir el conocimiento por medio de la interacción con el entorno y por medio de la resolución de problemas reales (Sereño Ahumada, 2024). Actualmente, la tecnología emergente brinda mayores posibilidades de contextualizar el aprendizaje por ende se

considera un aliado estratégico proporcionando herramientas y plataformas que permiten diseñar experiencias de aprendizaje personalizadas y contextualizadas (Sereño Ahumada, 2024).

De acuerdo con Castro-Gutiérrez et al. (2023) tanto las simulaciones como los entornos virtuales permiten a los estudiantes introducirse en situaciones que fomentan la experimentación, la toma de decisiones y la reflexión. A este aprendizaje con base en situaciones reales se considera bajo el término de aprendizaje periférico el cual es definido como “una forma de crear significados desde las actividades cotidianas de la vida diaria” (David, 1998 citado en C. Tovilla, 2023, p. 60). En ese sentido, el aprendizaje situado es la interacción en contextos reales donde la participación periférica cumple con la función de mediar y comprender el aprendizaje todos los sentidos (Lave & Wenger, 1991 citado en (C. Tovilla, 2023).

De acuerdo con Wang et al. (2025) el aprendizaje situado se caracteriza por tres factores; conexión abstracta del conocimiento con problemas del mundo real, involucramiento de los estudiantes en prácticas auténticas por medio de entornos virtuales y físicos, promover el aprendizaje centrado en el estudiante al permitir que el alumno asuma un rol activo en el proceso de aprendizaje.

Siguiendo a Brown et al. (citado en Cid- García & Marcillo- Murillo, 2023) el implementar el aprendizaje situado como modelo didáctico, mejora las capacidades de los estudiantes para adaptarse a resolver problemas en diversos escenarios de la vida real. Ante lo anterior es posible considerar este tipo de aprendizaje dentro del contexto de los MICT ya que por medio de las exhibiciones y herramientas tecnológicas se

puede recrear el ambiente propicio para el aprendizaje por medio de la experiencia e interacción con la temática definida.

2.5.1.2 Teoría Constructivismo

El constructivismo es otra de las teorías del aprendizaje con mayor aceptación y aplicación dentro del ámbito educativo, surgió desplazando la teoría del conductismo.

Si bien el conductismo era bastante reduccionista basándose solo en la respuesta de estímulo-conducta, el constructivismo ofrece una explicación de la naturaleza del conocimiento y cómo aprenden los seres humanos (Bhat, 2017).

De acuerdo con Richardson (1977 citado en (Bhat, 2017) "los individuos crean y construyen su propia comprensión de la realidad o nuevos conocimientos a través de la interacción de lo que ya saben y creen con las ideas, eventos y actividades con las que entran en contacto" (p.2). Siguiendo a Bath (2017) Por medio del aprendizaje constructivista se lleva a cabo un aprendizaje activo en relación directa con los objetos de aprendizaje, la indagación la resolución de problemas llevando a cabo una reflexión de lo aprendido, esto es, una indagación y comprensión profunda del nuevo conocimiento adquirido. Este enfoque constructivista, destaca cómo los individuos construyen su conocimiento por medio de la interacción constante entre sus creencias previas y las nuevas experiencias o información con la que entran en contacto.

La construcción del conocimiento es clave en los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología, donde la interacción con objetos, actividades prácticas y experiencias inmersivas permiten a los visitantes no solo a recibir información, sino reflexionar y adaptarla a su propio marco cognitivo.

Desde el enfoque del constructivismo social, el aprendizaje se concibe como un proceso dinámico de construcción de significado que integra la identidad individual y colectiva. Este marco teórico resulta especialmente relevante para el diseño de museos y centros de ciencia que funcionan como espacios de aprendizaje autónomo, donde se promueve la participación del visitante y se fomenta la interacción social a través de las exhibiciones (Long et al., 2022).

Bajo la influencia de los principios constructivistas, los museos han cambiado su enfoque hacia la participación individual, incorporando estrategias participativas experienciales para facilitar la narración y la difusión del conocimiento (H. Li & Zhang, 2025).

2.5.1.3 Teoría Aprendizaje experiencial

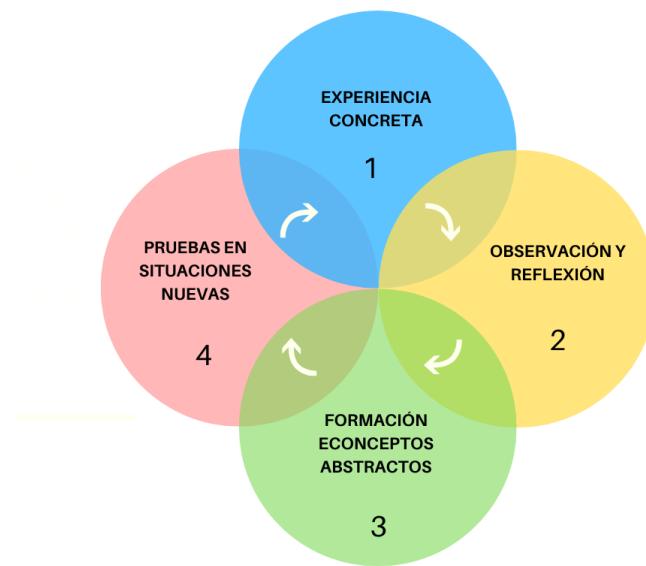
Actualmente, la construcción del significado en los museos ya no depende exclusivamente de las instituciones, sino que se configura a partir de las experiencias y necesidades de los visitantes. Esto ha situado al público como eje central del proceso educativo museístico, consolidando el paradigma del “aprendizaje a través de la experiencia” como el modelo predominante en la educación en los museos (H. Li & Zhang, 2025).

Siguiendo a Bath (2017) el aprendizaje experiencial va más allá de la simple relación de un aprendizaje situado en un contexto real, definiéndolo como una serie de procesos cognitivos de aprendizaje en el cual afirma la importancia de realizar una reflexión exhaustiva del aprendizaje. Siguiendo a Kolb y Fry (1975) la teoría del aprendizaje experiencial sostiene que el aprendizaje se recibe y desarrolla de una forma eficiente por medio del conflicto entre una experiencia inmediata y el análisis de

la misma. A esta teoría de aprendizaje se designó como “ciclo de aprendizaje experiencial” (figura 7) ya que se realiza como un espiral sin un fin en específico ya que el conocimiento puede ser adquirido de manera constante a partir del conflicto de experiencias.

Figura 7.

Proceso de aprendizaje experiencial de Kolb.



Fuente. Bath (2017). Diseño. Elaboración propia.

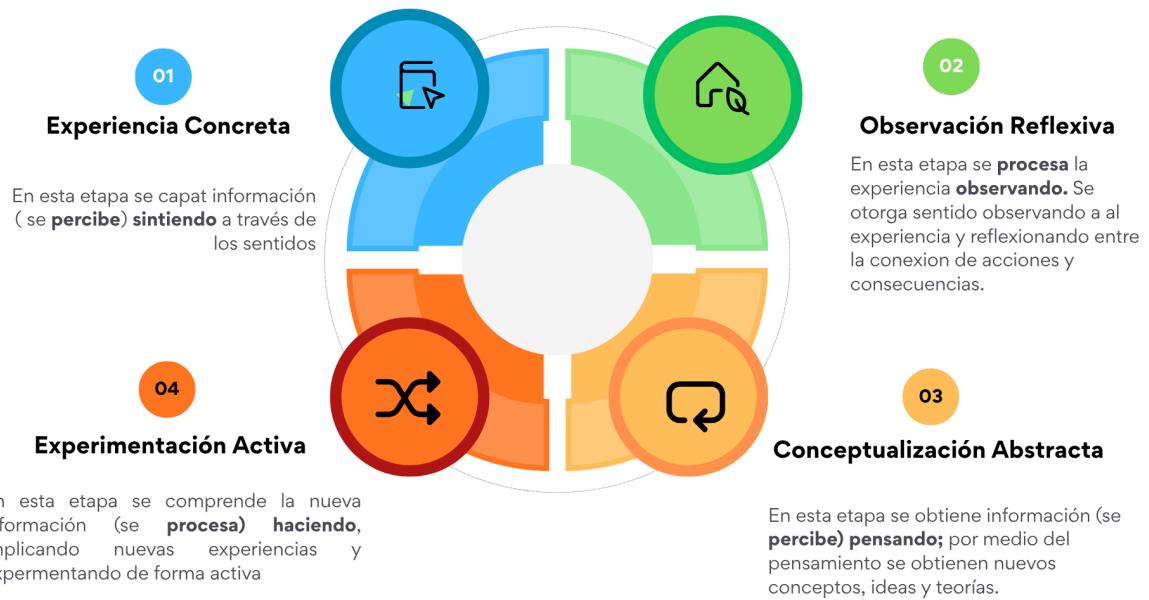
A. Kolb (1975) menciona que le aprendizaje no sigue un orden en específico, aunque lo más pertinente sería seguir el curso del ciclo de aprendizaje experiencial como se muestra en la figura anterior. Por lo que se describen las cuatro etapas del ciclo de aprendizaje experiencial (también conocido como ciclo de Kolb) de la siguiente manera:

- Se realiza una acción la cual lleva a obtener una **experiencia concreta**.
- Se realiza una reflexión acerca de la actividad que se llevó a cabo, aquí se establece la relación entre la acción y los resultados lo que da como resultado la **observación reflexiva**
- Al pensar y reflexionar sobre las experiencias, se llega a la formulación de ideas o conclusiones que pueden aplicarse a situaciones más amplias o generales, más allá de un caso específico como el realizado por la acción. Esta es la etapa en la se transforma lo que se ha vivido en conceptos o principios generales, es decir, en **ideas/conceptos abstractos**.
- Finalmente, en la etapa 4 las conclusiones obtenidas se utilizan como referente para acciones futuras lo que lleva a la etapa de **experimentación activa**.

Aunado a lo anterior se identifican dos tipos de aprendizaje en relación con el ciclo de aprendizaje experiencial, resaltando la forma en cómo se procesa la información de acuerdo con las experiencias para otorgarles sentido, estas son; percepción y procesamiento (figura 8).

Figura 8.

Tipo de percepción y procesamiento de la información para el aprendizaje.



Fuente Pawelek (2018) . Diseño Elaboración propia.

De acuerdo con Pawelek (2018), cada una de las formas en las que se percibe y procesa la información esto es; sintiendo, pensando, observando, haciendo, es una manera de generar conocimiento y contribuir al aprendizaje individual.

2.5.1.4 **Modelo de Aprendizaje Basado en Juegos (GBL)**

El diseño de juegos ha surgido como una forma eficaz de mejorar la educación en los museos, fomentando una mayor participación e interactividad (H. Li & Zhang, 2025). Por otra parte la gamificación permite a los museos integrar elementos de juego como puntos, insignias, misiones y desafíos en contextos que son propiamente lúdicos, incrementando la motivación de los visitantes y promoviendo la exploración autónoma (Hanus & Fox, 2018). La gamificación coincide con el diseño de juegos o diseño gámico (gameful design) en la implementación de la estrategia para diseñar experiencias gámicas utilizando elementos de diseño de juegos. Sin embargo, el

diseño gámico o diseño de juegos y la gamificación contienen el mismo conjunto de fenómenos desde propiedades intencionales distintas como; estrategias de diseño basada en el uso de elementos del diseño de juego (gamificación) o como meta de diseño orientada a generar experiencias gámicas (diseño gámico) (Deterding et al., 2011).

En contraste con lo anterior, aprendizaje basado en juegos (GBL por sus siglas en inglés) utiliza juegos completos como medio de instrucción combinando diversos factores como narrativa, interactividad y resolución de problemas para ofrecer experiencias personalizadas y emocionalmente activas (H. Li & Zhang, 2025). Siguiendo a Ortiz Cueva (2021) el aprendizaje basado en juegos surge como parte de la idea “Educar jugando” como método para el desarrollo de habilidades interpersonales y sociales además de los propósitos educativos para la adquisición de aprendizaje significativo.

Sumado a lo anterior Plass et al., (2015) menciona que la diferencia entre gamificación y aprendizaje basado en juegos radica en que la primera utiliza elementos de recompensa o incentivos como método de motivación para los jugadores, mientras que el GBL además de incentivos para la motivación, incluye el equilibrio en el diseño para cumplir con el objetivo temático de aprendizaje y el deseo de jugabilidad.

En ese sentido Trujillo Cañar (2023), describe al GBL como un recurso que incentiva a explorar contenidos de manera divertida y dinámica donde el aprendiz es el responsable directo de aprender de acuerdo con su ritmo y capacidad, mientras que la gamificación se muestra como una herramienta de motivación por medio de tecnologías.

Dentro del contexto de los museos, el aprendizaje basado en juegos incorpora diferentes elementos como insignias, elecciones, y puntos. Estos elementos coadyuvan en el fomento de la participación activa, de este modo, los visitantes se transforman de ser entes pasivos para ser receptores activos los cuales construyen su conocimiento a través de la interacción y experiencia (H. Li & Zhang, 2025).

2.5.1.5 Modelo de Aprendizaje Inmersivo

En el contexto museístico Reich et al., (2024) expresa diversas descripciones del significado de inmersión. Entre ellas menciona como los visitantes de los museos consideran la experiencia inmersiva como como un entorno fuertemente diseñado que absorbe la atención de los visitantes. Aunado a ello, menciona como los profesionales de los museos, así como los visitantes concuerdan en que una experiencia inmersiva puede incluir elementos visuales, auditivos, de movimiento e incluso aromas.

Dentro de las tecnologías inmersivas se encuentran distintos dispositivos y formatos entre ellos la Realidad aumentada (RA), Realidad Virtual (RV), videos 630, simuladores y videomapping. Si bien los profesionales de los museos mencionan que no hace falta la implementación de tecnología para crear ambientes inmersivos, el público en general visita este tipo de instituciones para mantenerse informado y al tanto de las tendencias tecnológicas por lo que la adquisición e implementación de estos elementos es crucial en los MCC para seguir proporcionando elementos innovadores a los visitantes. (Reich et al., 2024).

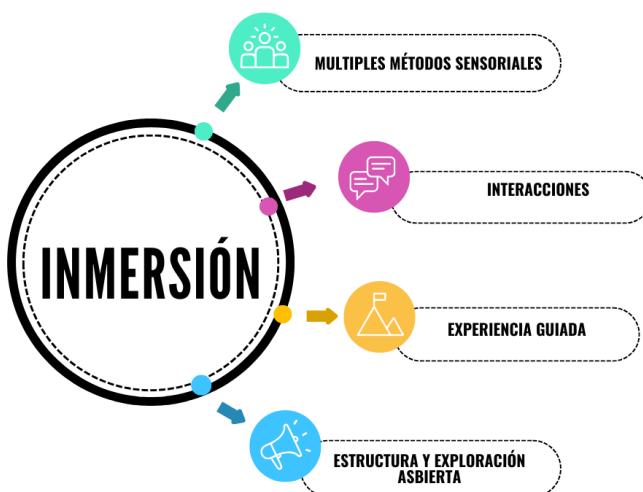
Las experiencias inmersivas realizan una combinación de lo de visual con lo verbal de modo que la línea de distinción entre lo real y lo ficticio se vuelva difusa (Kahuail et al., 2022 citado en (Smets & Euser, 2025).En este sentido se entiende a la

experiencia inmersiva como la capacidad de un sistema un entorno para crear en los visitantes la sensación de presencia haciendo muy tenue la línea entre lo real y lo virtual (Smets & Euser, 2025).

La integración de herramientas digitales e inmersivas proporciona diferentes maneras de experimentar el contenido (Pavlović, 2021). De modo que las tecnologías inmersivas permiten al visitante experimentar escenarios raros, valiosos o imposibles que de otro modo no se podría acceder como en un descubrimiento arqueológico o viajar al espacio. Por lo cual la interacción no se basa precisamente solo en la observación sensorial directa sino que también en representaciones tecnológicas (Smets & Euser, 2025). Ante esto Smets & Euser (2025) propone el constructo de Experiencia de Aprendizaje Inmersivo (ILE por sus iglas en inglés) (Figura 9).

Figura 9.

Características del Aprendizaje Inmersivo Experiencial (ILE).



Fuente: Smets & Euser (2025).

La Figura 9 muestra los elementos o características fundamentales que conforman la inmersión o el ILE en el contexto museístico, donde se emplean distintos modos sensoriales para el estímulo de la interacción, aunado con experiencias estructuradas, pero a la vez abiertas a la exploración.

2.5.1.6 Modelo de aprendizaje Multimodal

El aprendizaje multimodal resalta el cómo las personas pueden aprender por medio de múltiples modos sensoriales. En los museos y centros de ciencia las experiencias de inmersión pueden crearse por medio de la estimulación simultanea de varios sentidos (Smets & Euser, 2025).

La también llamada multimodalidad educativa surge como respuesta a entornos reales integrando diversos modos de comunicación y representación, esto permite acceder a la información de diversas maneras aumentando con ello la accesibilidad para los distintos estilos de aprendizaje por medio de un proceso didáctico enriquecido, interactivo y dinámico (Torres Pernía, 2024). La interacción en conjunto con la multimodalidad surgen como componentes fundamentales que amplían y profundizan el involucramiento de los visitantes (Smets & Euser, 2025)

El aprendizaje multimodal (MML por sus siglas en inglés) puede ser definida como entornos instruccionales donde se presenta más de un modo sensorial (visual, auditivo, entre otros), esta diversidad se enfoca en las diversas formas utilizadas para la comunicación (Bouchey et al., 2021). Por tanto em MML otorga una variedad de opciones de aprendizaje disponibles en un entorno para que los estudiantes puedan

co-construir su aprendizaje de acuerdo con su modo sensorial preferido (Nouri 2018; Phuong et al. 2017; Sankey et al. 2010 citados en (Bouchey et al., 2021).

2.6 Interacción Humano Computador (HCI)

De acuerdo con Fundación de Diseño de Interacción (2016) la Interacción Humano-Computador (HCI por sus siglas en inglés) es un campo multidisciplinario el cual se enfoca en el diseño tecnológico de las computadoras y la interacción con los humanos a quien llama usuarios. Al inicio HCI se vinculaba solamente a las computadoras, sin embargo, se ha ampliado de tal manera que ahora cubre casi todas las formas sobre el diseño de tecnologías de la información.

De acuerdo con Dix (2010) profesor experto en la interacción humano-computador, menciona que el HCI contiene dos perspectivas, la primera como una disciplina académica que estudia las formas en las que las personas interactúan con la tecnología, especialmente con las computadoras. La segunda se relaciona con la disciplina del diseño aplicado, esto es, como crear intervenciones con la tecnología. Por otra parte, Carroll (IxDF, 2016), menciona que:

Ya no tiene sentido considerar la Interacción Humano-Computadora (HCI, por sus siglas en inglés) como una especialidad de la informática; HCI ha crecido para ser más amplia, grande y mucho más diversa que la propia informática. HCI se expandió de su enfoque inicial en el comportamiento individual y genérico del usuario para incluir la computación social y organizacional, la accesibilidad para personas mayores, personas con discapacidades cognitivas y físicas, y para todas las personas, así como para el espectro más amplio posible de

experiencias y actividades humanas. Se expandió de las aplicaciones de oficina de escritorio para incluir juegos, aprendizaje y educación, comercio, aplicaciones de salud y médicas, planificación y respuesta ante emergencias, y sistemas para apoyar la colaboración y la comunidad. Se expandió de las primeras interfaces gráficas de usuario para incluir una multitud de técnicas y dispositivos de interacción, interacciones multimodales, soporte de herramientas para la especificación de interfaces de usuario basadas en modelos, y una serie de interacciones emergentes, ubicuas, de mano y contextuales (párr. 4).

El vasto campo del HCI se sobreponen diversas áreas como; el Diseño Centrado en el Usuario (UCD por sus siglas en inglés), el Diseño de Interfaz de Usuario (UI por sus siglas en inglés) y el Diseño de Experiencia de Usuario (UX por sus siglas en inglés). De modo que el HCI se centra en el estudio y diseño de interacciones humano-computador, donde el punto principal es entender como interactúan los humanos y las tecnologías, abordando diversos aspectos como la ergonomía, interfaz gráfica, técnicas de interacción, dispositivos de entrada y salida y el cómo afectan al usuario, de modo que el objetivo del HCI es la creación de interfaces de tecnología accesibles, intuitivas y eficientes.

2.7 Diseño Centrado en el Usuario (UCD)

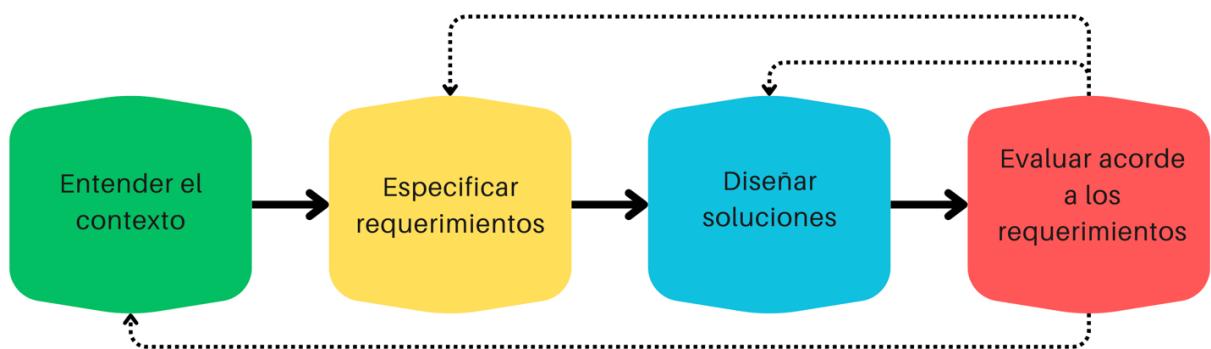
El Diseño Centrado en el ser Usuario (DCU, UCD por sus siglas en inglés) fue conceptualizado por Don Norman en 1988, resultando en una filosofía que coloca a las necesidades del usuario como el corazón del proceso de diseño (King et al., 2023). De acuerdo con King et al. (2023) UCD es el proceso de diseño que entiende al usuario

mientras que la experiencia de usuario (UX) se centra en la interacción del usuario con el producto.

De acuerdo con Montero (2015) el UCD hace la diferencias entre otros enfoques debido a que no es secuencial ni lineal sino iterativo, esto es que presenta ciclos donde se pone a prueba el diseño y se optimiza hasta alcanzar el nivel requerido. Concordando con lo anterior la Fundación de interacción y Diseño (IxDF., 2016e) señala que cada iteración del proceso de UCD involucra cuatro fases, estas se muestran en la figura 10.

Figura 10.

Proceso Iterativo de UCD. Fuente IxDF. 2016.



Fuente IxDF. 2016.

La figura 10 muestra el proceso iterativo de UCD donde en primer lugar se realiza un análisis del contexto donde va a ser implementado, después se identifican los requisitos y necesidades de los usuarios, se elaboran las soluciones ante los requisitos y necesidades y finalmente se procede a una evaluación en relación con el contexto y los requisitos verificando que se satisfagan las necesidades.

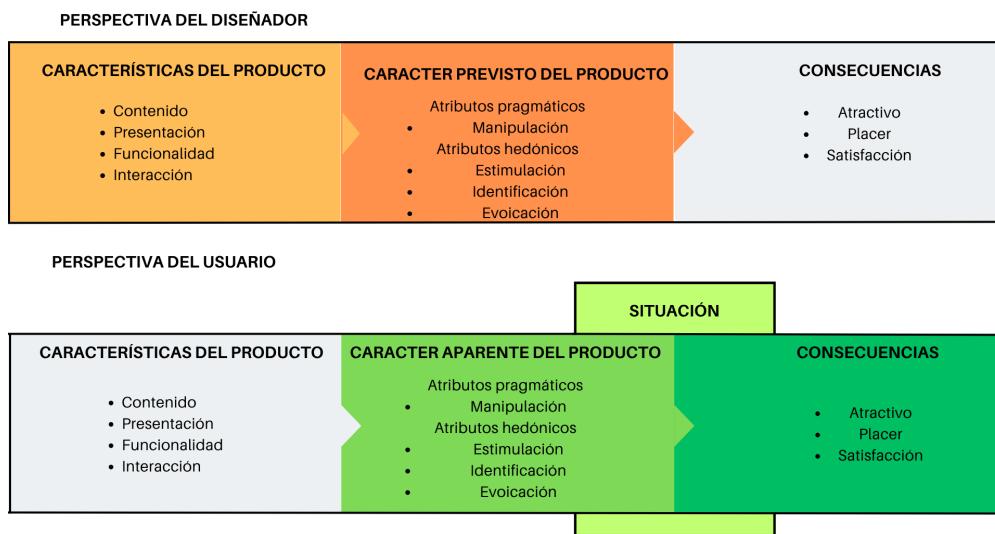
2.8 Experiencia de Usuario (UX)

La Experiencia de Usuario (UX) hace referencia a la experiencia emocional y holística que se crea cuando un usuario interactúa con un producto atendiendo tanto a los aspectos hedónicos como la estética, así como a los factores pragmáticos como la funcionalidad (King et al., 2023), en este contexto es la experiencia emocional del usuario al manejar o interactuar alguna exhibición del MICT.

De acuerdo con (Hassenzahl, 2003) existen elementos clave a considerar al momento de diseñar un producto desde la perspectiva del diseñador y desde la perspectiva del usuario, este se muestra en la siguiente figura.

Figura 11.

Elementos clave del diseño de experiencia de usuario.



Fuente Hassenzahl (2003).

El modelo de Hassenzhal señalado en la figura 4, es bastante propicio para el contexto museístico ya que además de la distinción entre las cualidades hedónicas y pragmáticas de las exhibiciones, se expone la diferencia entre el punto de vista del diseñador y del usuario (King et al., 2023). Este enfoque muestra como el aprendizaje no siempre coincide con lo que el museo pretende mostrar al público, resaltando la influencia del contexto, motivación, experiencia emocional y la construcción de significados de los visitantes.

De acuerdo con la Fundación para el Diseño de Interacción (2016) la Experiencia de Usuario (UX, User Experience) se encarga de proporcionar experiencias significativas y relevantes a los usuarios. Siguiendo a Norman y Nielsen (1998) señalan que “La Experiencia de Usuario abarca todos los aspectos de la interacción del usuario final con la empresa sus servicios y sus productos” (párr. 1).

Esto significa que los creadores de UX tienen por objetivo crear una experiencia placentera para los usuarios en todos los aspectos satisfaciendo sus necesidades, ya que se presenta como experiencia para el usuario es holística pues la experiencia comienza incluso antes de utilizar un producto o servicio (IxDF., 2016c). Don Norman citado en (IxDF., 2016c) define este proceso holístico asentando que “Ningún producto es una isla. Un producto es más que el producto en sí. Es un conjunto de experiencias cohesivas e integradas. Piense en todas las etapas de un producto o servicio: desde las intenciones iniciales hasta las reflexiones finales, desde el primer uso hasta la ayuda, el servicio y el mantenimiento. Haga que todas ellas funcionen juntas sin problemas” (párr. 7).

Con base en lo mencionado por Don Norman, la experiencia placentera que incluso surge antes de utilizar un producto o servicio resulta en función de una pregunta constante en los diseñadores de UX, esta pregunta es proporcionada por La Fundación para el Diseño de Interacción (2016) y cuestiona el "¿Cómo podemos hacer que la experiencia de interactuar con una computadora, un teléfono inteligente, un producto o un servicio sea lo más intuitiva, fluida y placentera posible?". Este cuestionamiento sin duda sería mandatorio de aplicar en cada creación, modificación o rediseño en las salas de los museos interactivos para obtener datos específicos y accionables sobre la experiencia de las salas y exhibiciones.

2.8.1 Usabilidad

El término usabilidad de acuerdo con la Fundación de Diseño e Interacción (IxDF., 2016b) se refiere una medida acerca de que tan bien un usuario determinado dentro de un contexto específico pueda hacer uso de un producto para lograr objetivos definidos en tres puntos cruciales, esto es de forma eficaz, eficiente y satisfactoria. Para Gándara Vázquez (2020) "la "usabilidad" es un neologismo, relacionado a, pero diferente de, la "utilidad" de una tecnología" (pág. 9). De modo que describe la usabilidad de acuerdo con cinco propiedades:

- Facilidad de aprendizaje. Qué tanto tiempo y esfuerzo requiero para aprender a usar la tecnología,
- "Memorabilidad". Una vez que la aprendí, que tan memorable es, para no tener que aprender de nuevo cada vez que la uso,
- Eficiencia. En qué medida me permite lograr mis metas con poco gasto de energía y tiempo

- Prevención de errores. En qué medida evita que el usuario cometa errores que pudieron evitarse mediante un mejor diseño,
- Sensación de bienestar- Hasta dónde el uso me deja con una sensación positiva y no de angustia provocada por la propia tecnología (Gándara Vázquez, 2020, p. 9).

Siguiendo a Norman Nielsen citado en (IxDF., 2016c), señala que la usabilidad es el segundo componente de la Experiencia de Usuario (UX por sus siglas en inglés). La usabilidad de un diseño depende de lo bien que las características que lo componen se adapten a las necesidades y contextos de los usuarios. Al igual que Gándara Vázquez (2020) la Fundación para el Diseño de Interacción (IxDF., 2016b) expresa cinco componentes clave:

- Eficacia: ayuda a los usuarios a completar acciones con precisión.
- Eficiencia: los usuarios pueden realizar tareas rápidamente a través del proceso más sencillo.
- Compromiso: los usuarios lo encuentran agradable de usar y apropiado para su industria/tema.
- Tolerancia a errores: admite una variedad de acciones del usuario y solo muestra un error en situaciones realmente erróneas. Esto se logra al descubrir la cantidad, el tipo y la gravedad de los errores comunes que cometan los usuarios, así como la facilidad con la que los usuarios pueden recuperarse de esos errores.
- Facilidad de aprendizaje: los nuevos usuarios pueden lograr objetivos fácilmente y aún más fácilmente en futuras visitas.

Si bien el número de componentes de la usabilidad es el mismo tanto para Gándara Vázquez (2020) como la Fundación para el Diseño de Interacción (IxDF., 2016b) estos componentes al ser contrastados no muestran mayor diferencia que en el sentido de memorabilidad, descartando ese punto los otros cuatro aspectos son similares solo expresados de manera distinta.

2.8.2 Accesibilidad

De manera concreta “ la accesibilidad se refiere al concepto de si un producto o servicio puede ser utilizado por todos, independientemente de cómo lo experimenten” (IxDF., 2016a, p. 1). En concordancia con ello se establece que:

“ la accesibilidad es un atributo del producto que se refiere a la posibilidad de que pueda ser usado sin problemas por el mayor número de personas posibles, independientemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso” (Montero, 2015, p. 11).

De modo que al momento de diseñar un producto o servicio se deben considerar diversos factores que podrían traer problemas a los usuarios entre ellos se encuentran:

- Visual (por ejemplo, daltonismo)
- Movilidad/motor (por ejemplo, preocupaciones sobre usuarios de sillas de ruedas)
- Auditivo (dificultades auditivas)
- Convulsiones (especialmente epilepsia fotosensible)
- Aprendizaje/cognitivo (p. ej., dislexia)

También pueden surgir barreras de capacidad para cualquier usuario:

- Incidental (por ejemplo, falta de sueño)
- Ambiental (por ejemplo, usar un dispositivo móvil bajo tierra) (IxDF., 2016a)

De igual manera Montero (2015) menciona algunas de las limitaciones que deben considerarse como; discapacidades temporales o permanentes, relativas a las habilidades cognitivas o experiencia; impuestas por el contexto como barreras físicas, iluminación, ruido, software o hardware.

El implementar accesibilidad a productos y servicios no significa diseñar para todos, por el contrario, significa asumir la diversidad funcional para audiencias específicas respondiendo a las necesidades de los diferentes grupos de usuarios que conforman la audiencia.

2.9 Diseño de Interacción

De acuerdo con Fundación para el Diseño de Interacción (IxDF., 2016) el Diseño de Interacción (IxD, Interaction Design) consiste en diseñar los productos y servicios interactivos, así como la forma en que el usuario interactuara con ellos. John Kolko, autor de *Thoughts on Interaction Design* (2011) citado en (IxDF., 2016) menciona que “el diseño de interacción es la creación de un diálogo entre una persona y un producto, sistema o servicio. Este diálogo es de naturaleza física y emocional y se manifiesta en la interacción entre forma, función y tecnología tal como se experimenta a lo largo del tiempo”. Siguiendo a la Fundación para el Diseño de Interacción (2016). El Diseño de Interacción se compone de cinco dimensiones:

- (1D) Palabras. - Es el texto de la interacción como las etiquetas de los botones, este debe ser significativo y fácil de entender. Deben comunicar información a los usuarios, pero no demasiada para que no sea abrumadora
- (2D) Representaciones visuales. - Son los elementos gráficos como tipografía, iconos, imágenes con los que el usuario interactúa. Las imágenes y los iconos deben complementar a las palabras para comunicar la información correcta a los usuarios.
- (3D) Objetos físicos/ espacio. - Es el medio por el cual usuario interactúa con el producto o servicio, esto es, una computadora, celular, tableta, ratón, pantalla táctil, entre otros.
- (4D) Tiempo. - Son aspectos de la interacción desarrollada con el tiempo como animaciones, videos, sonidos
- (5D) Tiempo. - Hace referencia al cómo se interactúa con el producto y cómo reaccionan al producto. Esta dimensión es la integración de las otras cuatro dimensiones anteriores definiendo como los usuarios realizan acciones y operan el producto.

En síntesis, los enfoques presentados en esta sección somo UX, HCI, Accesibilidad, Usabilidad, proporcionan una base conceptual robusta para comprender como los visitantes de los museos y centros interactivos perciben, aprenden e interactúan con las exhibiciones tecnológicas.

Asimismo, factores como las teorías y los modelos de aprendizaje complementan esta perspectiva donde el usuario es el protagonista en la creación de

su propio aprendizaje. En conjunto estos marcos teóricos proporcionan las herramientas necesarias para evaluar la tecnología educativa con un enfoque centrado en el usuario dentro de un contexto de aprendizaje no formal. Con base en ello el siguiente capítulo presenta la metodología empleada para la construcción de los lineamientos de evaluación.

Capítulo 3. Revisión de Literatura

3.1 Fuentes de información

La revisión de literatura se llevó a cabo en los siguientes buscadores académicos: Google Académico, JSTOR, Dialnet y ERIC. La selección de estas fuentes se fundamenta de acuerdo con sus características:

- Education Resources Information Center (ERIC): especializado en educación y tecnología educativa, incluye artículos revisados por pares, informes y documentos técnicos relevantes para contextos formales.
- JSTOR: contiene artículos académicos de acceso abierto en humanidades, ciencias sociales y educación.
- Dialnet: proporciona artículos, revistas y tesis de libre acceso en español aportando perspectivas más estrechas al contexto de desarrollo de la investigación

- Google Académico: es un buscador multidisciplinario que identifica de manera rápida artículos recientes y citas relevantes en diversas áreas del conocimiento.
- Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc): es una plataforma académica de acceso abierto que difunde la producción científica en Iberoamérica.

Una vez identificados los buscadores y las palabras clave de la investigación se prosiguió con la construcción de la cadena de búsqueda en español e inglés que fueran funcionales en las diversas plataformas, para ello se elaboró una versión reducida de la cadena de búsqueda, ya que algunas plataformas tienen una cantidad limitada de caracteres definidos o precisan de conceptos más generales para mayores resultados, los resultados fueron los siguientes.

Tabla 3.

Resultados de la cadena de búsqueda en español.

("tecnología educativa" OR "recursos digitales" OR "tecnologías emergentes") AND ("museos" OR "centros interactivos" OR "museos de ciencia")AND ("evaluación") AND ("exhibiciones" OR "instalaciones")		
Reducida		
("tecnología educativa" OR "recursos digitales") AND ("museos" OR "centros interactivos") AND ("evaluación")		
GOOGLE ACADÉMICO	DIALNET	REDALYC
3,500	9	360
Rango de tiempo años 2020 - 2025		
1,770	5	77
Selección por título y resumen de los primeros 100 hits		

13	0	1
Seleccionados por referirse exclusivamente a museos, centros interactivos, centros de ciencia, exhibiciones		
10	0	0
Seleccionados por lectura general		
8	0	0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.

Resultado de la cadena de búsqueda en inglés.

("educational technology" OR "digital resources" OR "emerging technologies") AND ("museums" OR "interactive centers" OR "science museums") AND ("evaluation") AND ("exhibitions" OR "installations")		
Reducida		
("educational technology" OR "digital resources" OR "emerging technologies") AND ("museums" OR "interactive centers" OR "science museums") AND ("evaluation") AND ("exhibitions" OR "installations")		
GOOGLE SCHOLAR	JSTOR	ERIC
9,910	452	80
Rango de tiempo años 2020 - 2025		
4770	56	9
Selección por título y resumen en los primeros 100 hits		
53	2	2
Seleccionados por referirse exclusivamente a museos, centros interactivos, centros de ciencia, exhibiciones		
53	0	2
Seleccionados por lectura completa		
53	0	2

Fuente. Elaboración propia.

3.2.1 Revistas Académicas Especializadas

Las revistas seleccionadas para la revisión de literatura fueron seleccionadas debido a su especialización temática ya que su enfoque se centra en la educación y tecnología educativa. Publican artículos sobre innovación pedagógica, recursos digitales en TIC, diseño instruccional experiencias en museos y centros educativos.

Además de lo anterior, son recursos de acceso abierto por lo que no se requiere el pago de suscripción para obtener los recursos, lo que facilita la revisión sistemática de literatura. Todas las revistas seleccionadas cuentan con revisiones por pares doble ciego, esto asegura que se cumplan con los estándares de calidad científica, algunas de ellas se encuentran indexadas en Scopus y Scielo, lo que respalda el impacto académico.

Finalmente, un punto importante de selección es que desarrollan bajo el contexto latinoamericano y español, permitiendo acceder a estudios en contextos culturales y educativos similares, ya que la literatura anglosajona no enmarca la realidad de los museos y centros interactivos en América Latina. Las revistas seleccionadas se enlistan a continuación.

- REDIE: publica investigaciones en la educación con perspectivas pedagógicas, tecnológicas y sociales.
- Edutec: especializada en tecnología educativa, innovación pedagógica y digitalización en educación.
- RiiTE: publica proyectos, y experiencias innovadoras en el área de la tecnología educativa y su aplicación práctica.

- Revista Tecnológica-Educativa DocenteS 2.0 (RTED): orientada a la tecnología educativa y práctica docente digital, aborda experiencias en innovación educativa con TIC, metodologías activas y recursos digitales.

Tabla 5.

Resultados de la cadena de búsqueda en revistas académicas.

Ejemplares años 2020-2025				
REDIE	Edutec	RiiTE	RTED	CTES
6	22	21	20	11
Artículos relacionados POR TITULO 2020-2025				
REDIE	Edutec	RiiTE	RTED	CTES
1	9	2	1	2
Seleccionados por referirse exclusivamente a museos, centros interactivos, centros de ciencia, exhibiciones				
REDIE	Edutec	RiiTE	RTED	CTES
0	0	0	0	1
Artículos seleccionados bajo lectura general				
REDIE	Edutec	RiiTE	RTED	CTES
0	0	0	0	1

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 6.

Resultado de la cadena de búsqueda en plataforma con revistas museísticas.

WILEY 2020-2025: 1,936
OPEN ACCESS: 528
Elegidos por título y resumen
7
Seleccionados por referirse exclusivamente a museos
6
Artículos seleccionados bajo lectura general
3

Fuente. Elaboración propia.

3.2.2 Revistas museográficas

De la misma forma que las revistas académicas enlistadas anteriormente, se seleccionaron revistas especializadas en el ámbito museográfico, educación informal y tecnología educativa como; EducaMuseo, Diferents. Estos publican estudios empíricos sobre la implementación y evaluación de tecnologías en museos interactivos, proporcionando evidencia de casos, así como marcos teóricos, cada una de ellas se describe a continuación:

EducaMuseo. Aborda temas de museología educativa, educación informal, mediaciones educativas, educación patrimonial, prácticas educativas en museos

Tabla 7.

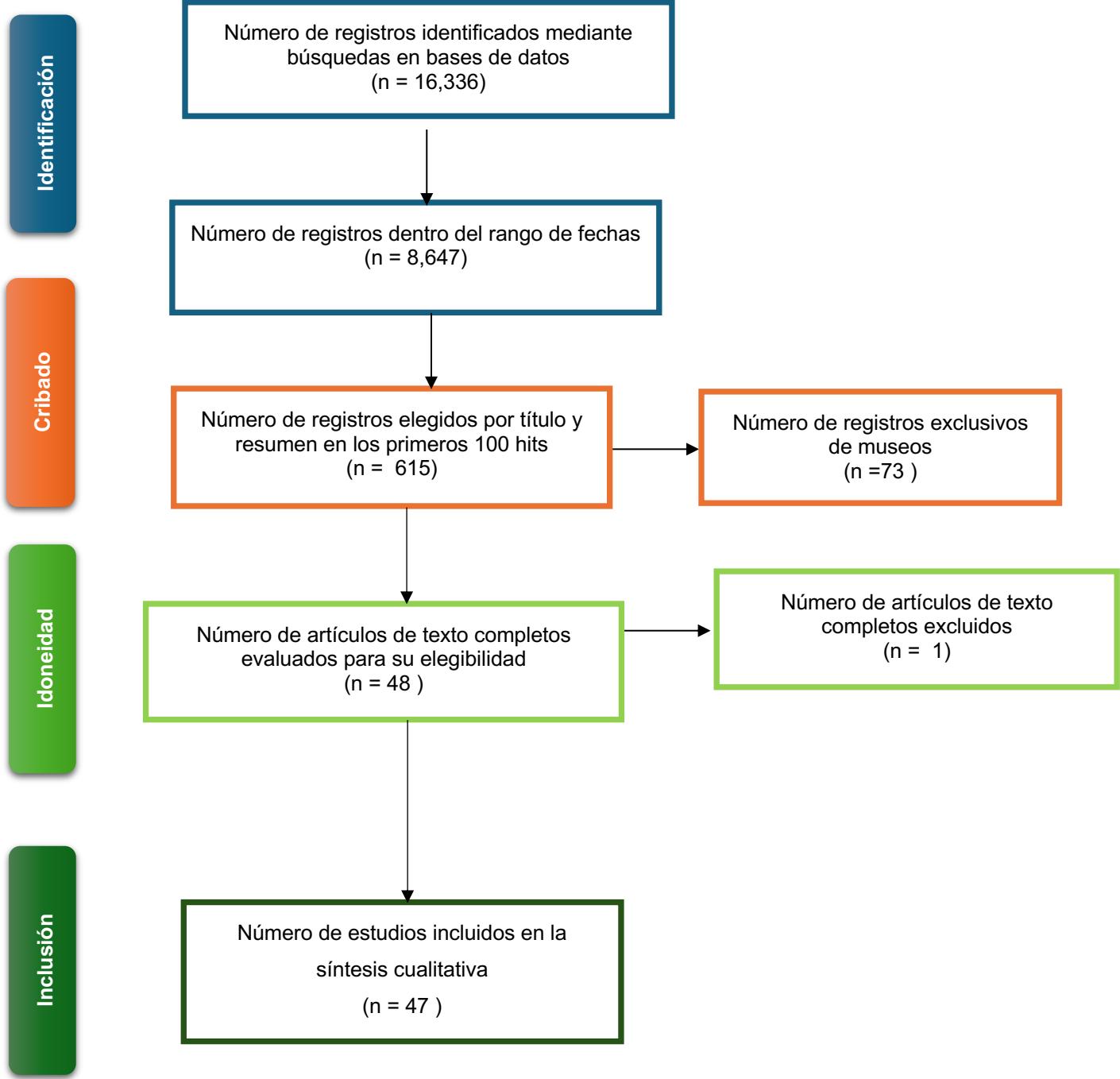
Resultado de la cadena de búsqueda en revistas museográficas.

Ejemplares años 2020-2025	
Diferents	EducaMuseo
5	4
Relacionados por título	
Diferents	EducaMuseo
0	1
Seleccionados por referirse exclusivamente a museos	
Diferents	EducaMuseo
0	1
Artículos seleccionados bajo lectura general	
0	1

3.2.3 Proceso de selección

El proceso de selección de literatura siguió el flujo PRISMA, este se conforma mediante:

1. Identificación: recopilación inicial de artículos mediante buscadores seleccionados y registros adicionales mediante otras fuentes.
2. Cribado: primera eliminación de elementos que no coinciden con el rango de fechas (2020-2025). Una vez concretado el rango de tiempo se optó por revisar solo los primeros 100 hits en los buscadores de Google Académico y WILEY tanto en inglés como en español, partiendo de ello se realizó una segunda eliminación de artículos duplicados, finalmente una selección acorde a la revisión de títulos y resúmenes.
3. Elegibilidad: lectura completa de artículos preseleccionados para confirmar la pertinencia con el tema de investigación
4. Inclusión: selección final de los estudios que cumplieron con los criterios de relevancia, pertinencia y actualidad.



Capítulo 4. Método de Investigación Conceptual

El presente trabajo de investigación toma de base las etapas establecidas en el “Método de Investigación Conceptual” propuesto por (Mora, 2003). De acuerdo con

Ackoff (1962) citado por Mora (2003) menciona que la investigación científica puede ser conducida por diversos métodos, entre ellos el método de investigación conceptual, el cual se considera como un método de investigación científico por sus contribuciones al desarrollo de teorías, modelos y esquemas conceptuales. Asimismo, Blalock (1969) citado en Mora (2003) pondera este método de investigación como fuente primordial para la generación de estudios conceptuales.

A continuación, se describen las fases y actividades del Método de Investigación Conceptual:

Figura 12.

Método de investigación conceptual (Mora, 2003).



Fuente. Mora, (2003). Diseño. Elaboración propia.

4.1 FASE I.- Planteamiento del Problema de Investigación

Diversos autores sustentan que los Museos y Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología deben ir acorde a la vanguardia tecnológica ya que contribuyen a experiencias más significativas facilitando el aprendizaje, la reflexión y el pensamiento critico (Pavlović, 2021; Rosaria, 2021; Yan, 2024).

De acuerdo con investigaciones recientes aunque “ la adopción de tecnologías se mostraba inevitable ante la competitividad del sector (Reich et al., 2024, p. 2) persiste “ la falta de comprensión sobre que buscan los profesionales de museos en dichas tecnologías” (Reich et al., 2024, p. 4).

Ante lo anterior se evidencia diversas investigación correspondientes con factores de ergonomía, interacción y engagement (Bobbe & Fischer, 2022; King et al., 2023; Q. Li et al., 2022; Mihura-López et al., 2024b; Smets & Euser, 2025). Asimismo, se muestran diversos tipos y marcos de evaluación correspondiente con la evaluación de contexto, planificación, programas, resultados, participantes y eficiencia (C. Sánchez-Mora, 2008) Sin embargo no se identifican parámetros relacionados con componentes estructurales o sustentos epistemológicos.

Debido a lo anterior, la presente investigación se centra en la evaluación de tecnología educativa, en específico realidad virtual como tecnología emergente tomando como referencia el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas ZigZag y el proyecto de Realidad Virtual “Diseño de un Ambiente de Realidad Virtual para el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas (ZigZag)”.

4.2 FASE II.- Análisis de investigaciones relacionadas

Con el propósito de sustentar la investigación se identificaron los principales enfoques metodológicos dentro de la literatura, así como las áreas de oportunidad existentes correspondiente con la tecnología educativa implementada en Museos y Centros Interactivos de Ciencia.

La siguiente lista muestra los principales estudios que contienen una relación pertinente con el trabajo de investigación.

- Smets, W., & Euser, V. (2025). A comparative case study of two immersive learning experiences in museums. *History Education Research Journal*, 22(1). <https://doi.org/10.14324/HERJ.22.1.16>
- Zhang, A., Sun, Y., Wang, S., & Zhang, M. (2025). Research on User Experience and Continuous Usage Mechanism of Digital Interactive Installations in Museums from the Perspective of Distributed Cognition. *Applied Sciences*, 15(15), 8558. <https://doi.org/10.3390/app15158558>
- Mihura-López, R., Piñeiro-Otero, T. y Hernández-Ibáñez, L. (2024). Interactividad digital en museos: desarrollo de un guion de evaluación para profesionales del patrimonio cultural [Digital interactivity in museums: development of an evaluation script for cultural heritage professionals]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-17. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-602>

- Reich, C., Field, S., Attaway, B., Barchas-Lichtenstein, J., Bowen, E., & Brucker, J. L. (2024). *Science Museums & Immersive Digital Technologies*.
- Ellie King, M. Paul Smith, Paul F. Wilson, Janet Stott & Mark A. Williams (2023) Creating Meaningful Museums: A Model for Museum Exhibition User Experience, *Visitor Studies*.
- Qiang Li, Jingjing Wang & Tian Luo (2022): Evaluating Interactive Digital Exhibit Characteristics in Science Museums and Their Effects on Child Engagement, *International Journal of Human–Computer Interaction*, DOI: 10.1080/10447318.2022.2126584
- Bobbe, T., and Fischer, R. (2022). How to design tangible learning experiences: A literature review about science exhibit design

Cada uno de los trabajos relacionados fueron analizados bajos las vertientes de objetivo, metodología, tecnología estudiada, criterios de evaluación y limitaciones (Tabla 8).

Tabla 8.

Contribuciones y limitaciones de estudios relacionados.

Referencia	Objetivo	Metodología	Tecnología estudiada	Criterios de evaluación	Limitaciones
Smets, et al., (2025).	Explora el uso de las tecnologías emergentes en exhibiciones museísticas.	Caso comparativo entre dos tecnologías y dos museos.	Realidad Aumentada (AR) Realidad Virtual (VR).	Experiencia inmersiva Aprendizaje multimodal.	Se centra solo en aspectos físicos del entorno.
Zhang et al., (2025).	Investiga factores clave que influyen en el uso de las exhibiciones interactivas digitales.	Enfoque empírico por medio del modelo de Ecuaciones Estructurales Bayesianas y Análisis Factorial Confirmatorio.	Exhibiciones digitales compuestas por hardware y software como : pantallas táctiles, RV, RA y proyecciones holográficas.	Satisfacción del usuario Facilidad de uso percibida.	Se centra únicamente en un museo de Pekín.

Mihura-López, et al., (2024).	Optimizar las instalaciones multimedia interactivas en museos de ciencia y tecnologías en España	Identificación de atributos clave con base en Human Factors and Ergonomics.	Interfaces interactivas.	Ergonomía física. Ergonomía cognitiva. Ergonomía organizacional.	Necesita estar en consonancia con la relevancia tecnológica y atractivo a largo plazo.
Reich, et al., (2024).	Explorar como los profesionales de los MCC evalúan y selecciona tecnología inmersiva.	Entrevistas semi-estructuradas.	Realidad Aumentada (AR) Realidad Virtual (VR)	Objetivos de aprendizaje Experiencia del visitante Operaciones prácticas	El estudio es descriptivo, no proporciona elementos o específicos sobre qué evaluar y como evaluar.
Ellie King et al., (2023)	Desarrollar el modelo MEUX como herramienta para evaluar la experiencia de usuario en las exhibiciones.	Entrevistas y encuestas de investigación con profesionales.	Exposiciones museísticas (no específica tecnología).	Perspectiva del museo. Perspectiva del visitante	No todos los profesionales comprendían conceptos de interacción o cualidades hedónicas lo que podría afectar los resultados.
Qiang et al., (2022)	Determinar las características de las exhibiciones, que promueven la atención en niños,	Método de cronometraje y observación discreta.	Tecnología digital.	Poder de atracción Capacidad de retención Tiempo promedio de atención	Se evalúa la participación por medio de una única medición. Se considera que deben incluir más factores. Se produjeron errores en la edad debido al método utilizado.
Bobbe, et al., (2022).	Creación de un marco para el diseño de exposiciones científicas	Revisión bibliográfica	Exposiciones científicas.	Revisión bibliográfica	No atiende a la inclusión, solo a la diferencia de género.

Fuente. Elaboración propia.

El análisis y revisión de literatura evidenció que la mayoría de los estudios recientes se enfocan en el diseño de experiencias inmersivas y percepción del usuario, dejando de lado enfoques con articulación pedagógica, instruccional y de usabilidad. Una vez realizado el análisis de los trabajos relacionados, en la tabla 7 se muestra una matriz de comparación entre convergencias y divergencias de criterios con relación a la presente investigación.

Los criterios considerados para la elaboración de los lineamientos son los siguientes:

1. Tecnología inmersiva Realidad Virtual (VR).

2. Diseño Instruccional
3. Integración pedagógica Aprendizaje Basado en Juegos (GBL)
4. Usabilidad
5. Accesibilidad
6. Experiencia de Usuario
7. Operatividad

Tabla 9.

Matriz de convergencia entre criterios de evaluación.

Estudios \ Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Smets, et al., (2025).	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗
Zhang et al., (2025).	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Mihura-López, et al., (2024).	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Reich, et al., (2024).	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Ellie King et al., (2023)	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Qiang et al., (2022)	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Bobbe, et al., (2022).	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Flores Sandra Elizabeth (2025)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente. Elaboración propia.

4.3 FASE III.- Desarrollo del Modelo Conceptual

El Desarrollo del Modelo Conceptual conforma la base central de la presente investigación, integrándose las categorías identificadas por medio de la revisión de

literatura, así como de los artículos relacionados. Esto, estructura un sistema conceptual que guía y orienta la evaluación de tecnología educativa, en específico la Realidad Virtual (RV) como medio tecnológico de aprendizaje no formal en los Museos y Centros Interactivos de Ciencia.

De acuerdo con Mora Tavares (2003), la construcción del modelo conceptual se establece por medio de una articulación lógica de conceptos clave, de modo que se establezcan relaciones teóricas coherentes.

Siguiendo lo anterior, el modelo conceptual propuesto pretende fundamentar teóricamente los lineamientos de evaluación que guiaran la evaluación de tecnología educativa desde las perspectivas; tecnológica, pedagógica, experiencial, de accesibilidad y usabilidad. En ese sentido, el modelo se integra por medio de siete criterios conceptuales interrelacionados que conforman la estructura de la evaluación:

1. Tecnología inmersiva Realidad Virtual (VR). Este criterio se establece como mediador tecnológico pedagógico en los procesos de aprendizaje. Incluye factores como la calidad e la simulación, interactividad, inmersión, coherencia con el contenido, aportación de experiencias multisensoriales y contextualizadas.
2. Diseño Instruccional. Hace referencia a la aplicación de principios metodológicos en la planificación y estructuración de contenidos educativos.
3. Integración pedagógica Aprendizaje Basado en Juegos (GBL). Aborda el enfoque de Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) como estrategia de aprendizaje en experiencias inmersivas.

4. Usabilidad. Permite la evaluación de factores como facilidad de uso, navegación intuitiva, retroalimentación, entre otros. En esencia permite garantizar la tecnología inmersiva sin barreras que dificulten la experiencia.
5. Accesibilidad. Criterio que considera aspectos de inclusión de acuerdo con las necesidades de los usuarios asegurando la equidad en el acceso.
6. Experiencia de Usuario. Hace referencia a la percepción global del usuario con la tecnología inmersiva. Integra aspectos emocionales, cognitivos y estéticos que se vinculen con la satisfacción la motivación y el engagement.
7. Operatividad. Es la factibilidad técnica y funcional de la tecnología inmersiva en el contexto museístico. Incluye aspectos como la infraestructura, mantenimiento, soporte técnico, entre otros.

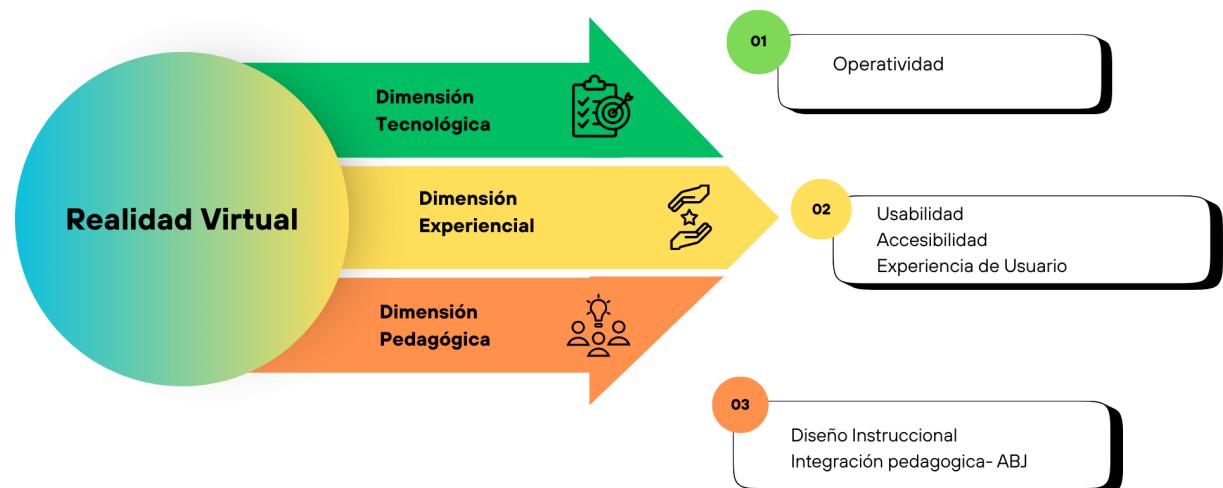
4.3.1 Estructura del modelo conceptual

El modelo se organiza de manera sistemática colocando la VR como el punto focal de evaluación, los demás criterios operan como dimensiones para garantizar el valor educativo (diseño instruccional, GBL), funcional (usabilidad, accesibilidad, operatividad) y experiencial (UX). La interacción de los criterios antes mencionados pretende establecer un balance entre la innovación tecnológica, la efectividad educativa y la experiencia de usuario, asegurando que la implementación de tecnologías emergentes como la VR no sean solo atractivas por su innovación

tecnológica sino también significativas bajo en enfoque formativo de la educación no formal.

Figura 13.

Dimensiones del modelo conceptual.



Fuente. Elaboración propia.

El modelo conceptual figura 13, funciona como la base para el diseño de los lineamientos de evaluación de tecnología educativa. Esto permite la creación de un instrumento coherente integrando dimensiones, criterios e indicadores medibles.

4.3.2 Guía de uso

En el análisis realizado en las diversas páginas web correspondientes a múltiples museos y centros interactivos de ciencia como: Museo Interactivo Descubre, Museo Explora, Museo Interactivo El Trompo, El Rehilete, Papalote Museo del Niño, Museo Interactivo Semilla, entre otros, se identificaron varios elementos comunes en la estructura de las instituciones las cuales se describen en la figura 14.

Figura 14.

Estructura de museos y centros de ciencia.



Fuente. Elaboración propia

Los presentes lineamientos para la evaluación de tecnología educativa corresponden a la sección de *Exhibiciones Tecnológicas e Interactivas*, ya que se orientan solamente a aquellas exhibiciones que hagan uso de elementos tecnológicos con propósitos educativos.

Dentro de la gran diversidad que componen los elementos tecnológicos, los lineamientos se centran solo en la evaluación de Realidad Virtual (RV) con un enfoque centrado en el aprendizaje basado en juegos (GBL por sus siglas en inglés).

De acuerdo con Munley (1986) el personal que originalmente formaba parte del equipo para la creación de exhibiciones estaba conformado por tres sectores:

- Curador. - Aporta el conocimiento de una colección determinada, bajo su experiencia tiene la responsabilidad de definir el concepto general de la exhibición
- Diseñador. - Encargado de la estética visual con la armonía de la exhibición, garantizando que el material se presente de manera atractiva, clara y visualmente coherente.
- Educador: Establece el enlace entre el contenido de la exhibición y el público al que se dirige el museo, comprende el público objetivo, así como las necesidades alineándolas con los programas del museo. Asimismo, se encarga de crear evaluaciones para medir el éxito de la exhibición en cuanto a los objetivos e interacción con el visitante.

Lo anterior es conocido como modelo lineal o curatorial ya que quien se encuentra a cargo del diseño de las exhibiciones es el Curador por ser el experto en colecciones. En un contexto más reciente Kamien (2002 citado en Smithsonian Institute (2002) identifica cinco roles clave en la creación de las exhibiciones:

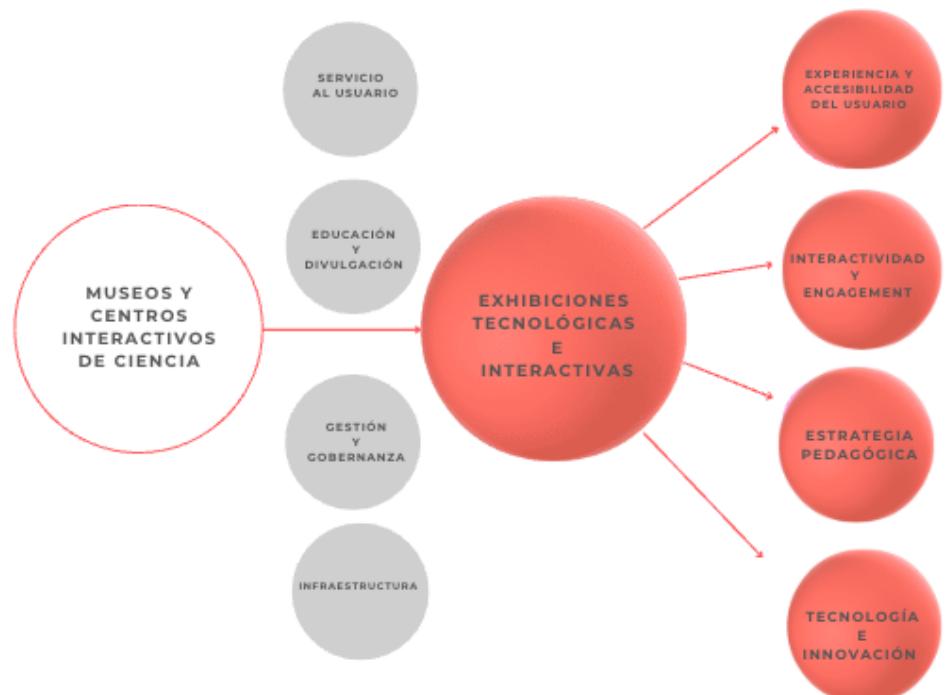
- Cliente: Por lo regular un director que define el marco general del proyecto asegurando la alineación con los recursos y los objetivos institucionales
- Especialista en contenido (curador investigador): Proporciona y verifica la precisión del contenido seleccionando los elementos más relevantes para la exhibición
- Diseñador: Organiza el espacio y crea la estructura visual de la exhibición para hacerla atractiva y comprensible
- Interprete de contenido (educador, planificador interpretativo): Adapta la información para el público asegurando que la experiencia sea accesible y significativa
- Gerente de proyecto: Supervisa el presupuesto y el cronograma, gestionando la logística y la comunicación del proyecto.

A partir del análisis de la literatura sobre el uso e implementación de tecnología en Museos y Centros Interactivos de Ciencia, así como de la identificación de aspectos clave de integración de tecnología educativa en estos entornos, se han desarrollado los presentes lineamientos de evaluación los cuales están diseñados para ser aplicados por diversos especialistas en lo individual o por un equipo multidisciplinario conformado por:

- Expertos en tecnología educativa
- Especialistas en experiencia de usuario (UX)
- Profesionales en accesibilidad e inclusión
- Especialistas en interacción humano-computadora (HCI)
- Expertos en gamificación y diseño de experiencias interactivas
- Investigadores en tecnologías emergentes
- Pedagogos y diseñadores instrucionales (DI)
- Especialistas en innovación museográfica y experiencias interactivas

Figura 15.

Dimensiones de las exhibiciones interactivas.



Fuente. Elaboración propia.

Los presentes lineamientos pretenden obtener como resultado una evaluación integral que considere tanto los aspectos tecnológicos, así como los pedagógicos, de accesibilidad y experiencia de usuario, por tanto, se han integrado en cuatro dimensiones las cuales se ejemplifican en la figura 15.

4.3.3 Sistema de evaluación

Para llevar a cabo el sistema de evaluación de los lineamientos de evaluación de tecnología educativa en museos y centros de ciencia (LITEC-Museos), e optó por utilizar la Escala de Valoración de Likert:

- 1. En total desacuerdo**
- 2. En desacuerdo**
- 3. Neutral**
- 4. De acuerdo**
- 5. Totalmente de acuerdo**

Se selecciono la escala Likert a 5 puntos debido a que es una de las más utilizadas en investigaciones sobre percepciones, proporciona simplicidad para responder y facilita la interpretación de cálculo estadístico como la media y desviación estándar (Bhandari, 2020)

Para obtener la puntuación se realizó una suma por criterio por dimensión transformándolo en escala de promedio 0-100 para facilitar la lectura institucional. Aunado a los lineamientos mostrados en los anexos se cuenta con la digitalización de los mismos en un *Google Sheet*. El uso de la plantilla digital facilitara la obtención del

puntaje y mostrara de manera visual por medio de graficas los resultados de la evaluación por dimensiones y el resultado general.

Capítulo 5. Conclusiones

5.1 Conclusión

La investigación presentada tuvo como objetivo presentar un modelo conceptual que fungiera como parte central en la Propuesta de Lineamientos para la Evaluación de Tecnología educativa en Museos y Centros de Ciencia (LITEC-Museos).

El modelo conceptual se desarrolló por medio de la teoría de investigación conceptual propuesta por Mora Tavares (2003). Precio de ello, se establecieron las bases fundamentales para la construcción teórica de los lineamientos.

La construcción del modelo conceptual incorporó tres dimensiones; pedagógico, experiencial y operativo. Cada una de las dimensiones contiene criterios específicos asociados con el diseño instruccional. La integración pedagógica enfocada en el aprendizaje basado en juegos, la usabilidad, accesibilidad, experiencia de usuario y operatividad tecnológica. Estos elementos fueron seleccionados debido a su relevancia en los artículos relacionados y la revisión literatura.

Los lineamientos propuestos se exponen como un marco de referencia para guiar la evaluación en la pertinencia de las tecnologías disruptivas educativas dentro del contexto museográfico interactivo. Asimismo, se pretende fortalecer la adopción tecnológica en correspondencia con la coherencia educativa y la pertinencia técnica.

Si bien esta investigación se centra como una propuesta conceptual, los resultados obtenidos podrían sentar las bases para la obtención de calidad,

concordancia y coherencia entre la tecnología y la enseñanza en entornos no formales. Por tal motivo la determinación de la fiabilidad, validez y aplicabilidad se mantienen como estudios en futuras investigaciones.

En resumen, la investigación presenta una propuesta innovadora y pertinente dentro del contexto de educación no formal como los son los museos y centros interactivos de ciencia. Su valor se centra en promover una reflexión en la alineación de objetivos pedagógicos estructurados, la experiencia vivencial y la funcionalidad tecnológica, fortaleciendo los servicios educativos que las instituciones proporcionan.

Referencias

- A. Kolb, D. (1975). *Toward an Applied Theory of Experiential Learning*.
- Adell, J., & Castañeda, L. (2012). *Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?*
- Alonso-Serna, D. K. (2024). *Tipos de aprendizaje types of learning*. 36–37.
- Ayala Ramirez, S. (2021). Elementos para determinar el Modelo de Diseño Instruccional desde una visión innovadora. En *El Diseño Instruccional. Elemento clave para la innovación en el aprendizaje, modelos y enfoques*. (Astra Ediciones S. A. de C. V.).
- Bhandari, P. (2020, julio 3). What Is a Likert Scale? | Guide & Examples. Scribbr.
<https://www.scribbr.com/methodology/likert-scale/>
- Bhat, V. D. (2017). *Aprendizaje Experiencial: Una guía para educadores*.
- Bobbe, T., & Fischer, R. (2022, junio 25). *How to design tangible learning experiences: A literature review about science exhibit design*. DRS2022: Bilbao.
<https://doi.org/10.21606/drs.2022.195>
- Bouchey, B., Castek, J., & Thygeson, J. (2021). Multimodal Learning. En J. Ryoo & K. Winkelmann (Eds.), *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education* (pp. 35–54). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58948-6_3
- C. Tovilla, V. (2023). *Aprendizaje situado en mundos virtuales, una experiencia de participación a través de juegos de rol*. 2.

Cabero-Almenara, J. (2003). New technologies in a global age. *Comunicar*, 11(21), 23–30.

<https://doi.org/10.3916/C21-2003-04>

Cañizález, P. C. T., & Beltrán, J. K. C. (2017a). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, 21(68), 31–40.

<https://www.redalyc.org/journal/356/35652744004/html/>

Cañizález, P. C. T., & Beltrán, J. K. C. (2017b). *Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación*. 21(68).

Castañeda, L., Salinas, J., & Adell, J. (2020). Hacia una visión contemporánea de la Tecnología Educativa. *Digital Education Review*, 37, 240–268.

<https://doi.org/10.1344/der.2020.37.240-268>

Castellanos, P., Falla, S., Macías-Nestor, A. P., & Pedersoli, C. (2022). *Mediación en museos y centros de ciencia iberoamericanos*. Eliane Monteiro de Santana Dias.

Castro-Gutiérrez, N., Flores-Cruz, J. A., & Acosta Magallanes, F. (2023). Laboratorio Virtual de Electromagnetismo como estrategia didáctica utilizando el enfoque de aprendizaje situado en ingeniería. *PUBLICACIONES*, 53(2), 255–292.

<https://doi.org/10.30827/publicaciones.v53i2.26827>

Chen, K.-Z., Chen, T.-J., Tsai, H.-C., & Chin, J. (2025). Interact, engage, learn: The transformative impact of value co-creation on adolescents at science museums. *Interactive Learning Environments*, 1–20.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2503230>

Cid- García, M., & Marcillo- Murillo, D. (2023, noviembre 6). *El Aprendizaje Situado: Una Oportunidad para la Práctica Pedagógica Innovadora, Crítica y Reflexiva*.

Crawford, C. (2003). *The Art of Interactive Design: A Euphonious and Illuminating Guide to Building Successful Software* (No Starch Press).

De Kluis, T., Romp, S., & Land-Zandstra, A. M. (2024). Science museum educators' views on object-based learning: The perceived importance of authenticity and touch. *Public Understanding of Science*, 33(3), 325–342.
<https://doi.org/10.1177/09636625231202617>

De Vries, M. J. (2012). *Technology Education for Teachers* (1st ed). Springer.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15.
<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Díaz Guecha, L. Y., & Márquez Delgado, R. A. (2020). Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento como estrategias en la formación de los docentes de la Escuela Normal Superior de Cúcuta, Colombia. *Ánfora*, 17–40.
<https://doi.org/10.30854/anf.v27.n48.2020.667>

Dix, A. (Ed.). (2010). *Human-computer interaction* (3. ed., [6. Nachdr.]). Pearson Prentice-Hall.

Domínguez Pérez, C., Pérez, C. D., Sandoval, J. O., & Ornelas, M. L. (2018). Diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales para teléfonos inteligentes. *Apertura*, 10(2), 80–93. <https://doi.org/10.32870/Ap.v10n2.1346>

Eríquez, S. C. (2012). *Luego de las TIC, las TAC*.

Esguerra Pérez, G., & Guerrero Ospina, P. (2010). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de Psicología. *Diversitas*, 6(1), 97.
<https://doi.org/10.15332/s1794-9998.2010.0001.07>

Esquivel Gámez, I. (2014). *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (Primera edición).

Europa (EVE), E. V. (2023, enero 4). *Museos y Modelos de Experiencia*. EVE Museos + Innovación. <https://evemuseografia.com/2023/01/04/museos-y-modelos-de-experiencia/>

Falk, J. H. (2006). An Identity-Centered Approach to Understanding Museum Learning. *Curator: The Museum Journal*, 49(2), 151–166. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2006.tb00209.x>

Fernandez Navarro, G. (2018). La museología interactiva. *El Museo de Ciencia Transformador*. <https://www.elmuseodecienciatransformador.org/la-museologia-interactiva/>

Gallardo Pérez, H. D. J., Vergel Ortega, M., & Martínez Lozano, J. J. (2017). Percepción sobre ciencia y museo en estudiantes universitarios. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 8(2). <https://doi.org/10.22335/rlct.v8i2.387>

Gallardo-Pérez, H. D. J., & Vergel-Ortega, M. (2010). Una alternativa educativa: Los museos de ciencias. *Eco Matemático*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.22463/17948231.217>

Gallo, M. T. de L. (2023). Las TIC, TAC y TEP en los procesos de aprendizaje y de enseñanza de la UAA. *DOCERE*, 29, Article 29. <https://doi.org/10.33064/2023docere295074>

Gándara Vázquez, M. (2020). *¿Existe realmente una museografía interactiva?* 2(1).

Gil, J. M. S., Paniagua, A. B., & Cano, C. A. (2015). *Formación del profesorado en Tecnología Educativa: De cómo las realidades generan los mitos*. 14.

Hansson, P., & Öhman, J. (2022). Museum education and sustainable development: A public pedagogy. *European Educational Research Journal*, 21(3), 469–483.
<https://doi.org/10.1177/14749041211056443>

Hanus, M. D., & Fox, J. (2018). Corrigendum to Assessing the Effects of Gamification in the Classroom: A Longitudinal Study on Intrinsic Motivation, Social Comparison, Satisfaction, Effort, and Academic Performance Computers & Education 80 (2015) Pages 152-161. *Computers & Education*, 127, 298.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.019>

Hassenzahl, M. (2003). The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product. En M. A. Blythe, K. Overbeeke, A. F. Monk, & P. C. Wright (Eds.), *Funology* (Vol. 3, pp. 31–42). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-2967-5_4

Hein, G. E. (2006). Museum Education. En S. Macdonald (Ed.), *A Companion to Museum Studies* (pp. 340–352). Blackwell Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9780470996836.ch20>

Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2019). *Educational Technology: A Primer for the 21st Century*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6643-7>

IxDF. (2016a, junio 1). *What is Accessibility?* The Interaction Design Foundation.
<https://www.interaction-design.org/literature/topics/accessibility>

IxDF. (2016b, junio 1). *What is Usability—The Ultimate Guide—Updated 2025*. The Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/usability>

IxDF. (2016c, junio 1). *What is User Experience (UX) Design? — Updated 2025*. The Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ux-design>

IxDF. (2016d, junio 2). *What is Interaction Design (IxD)?* The Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/interaction-design>

IxDF. (2016e, junio 5). *What is User Centered Design (UCD)? — Updated 2025*. The Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-centered-design>

IxDF. (2016, junio 6). *What is Human-Computer Interaction (HCI)?* The Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction>

Johnson, F. (2025, septiembre 2). *Museos con exhibiciones interactivas: Cómo involucrar al público y transformar las experiencias de aprendizaje - Wonderful Museums*. <https://www.wonderfulmuseums.com/museum/museums-with-interactive-exhibits/>

Kador, T. (2025). Object-Based Learning: Exploring museums and collections in education. *Kador, T. 2025. Object-Based Learning: Exploring Museums and Collections in Education. London: UCL Press.* <https://doi.org/10.14324/111.9781787354296>

Karnezou, M., & Kariotoglou, P. (2022). Inquiry in a Science Museum: Science Museum Educators' Views and Practices. *Education Sciences*, 12(12), 865. <https://doi.org/10.3390/educsci12120865>

King, E., Smith, M. P., Wilson, P. F., Stott, J. F., & Williams, M. A. (2024). Evaluating museum exhibits: Quantifying visitor experience and museum impact with user experience

methodologies. *Curator: The Museum Journal*, 68(1), 163–200.

<https://doi.org/10.1111/cura.12637>

King, E., Smith, M. P., Wilson, P. F., Stott, J., & Williams, M. A. (2023). Creating Meaningful Museums: A Model for Museum Exhibition User Experience. *Visitor Studies*, 26(1), 59–81. <https://doi.org/10.1080/10645578.2022.2129944>

Li, H., & Zhang, M. (2025). Museum game-based learning: Innovative approaches from a constructivist perspective. *Frontiers in Education*, 10, 1576207. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1576207>

Li, J., Zheng, X., Watanabe, I., & Ochiai, Y. (2024). A systematic review of digital transformation technologies in museum exhibition. *Computers in Human Behavior*, 161, 108407. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108407>

Li, Q., Wang, J., & Luo, T. (2022, noviembre 12). Evaluating Interactive Digital Exhibit Characteristics in Science Museums and Their Effects on Child Engagement. *INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2126584>

Long, D., McKlin, T., Boone, N. A. A., Dean, D., Garoufalidis, M., & Magerko, B. (2022). Active Prolonged Engagement EXpanded (APEX): A Toolkit for Supporting Evidence-Based Iterative Design Decisions for Collaborative, Embodied Museum Exhibits. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(CSCW1), 1–33. <https://doi.org/10.1145/3512897>

Lozano, R. (2011). B.3. De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. *Anuario ThinkEPI*, 5, 45–47.

Marini, C., & Agostino, D. (2022). Humanized museums? How digital technologies become relational tools. *Museum Management and Curatorship*, 37(6), 598–615.
<https://doi.org/10.1080/09647775.2021.1969677>

Massarani, L. (with Basile, S., & Pedersoli, C.). (2022). *Mediación en museos y centros de ciencia iberoamericanos*. Eliane Monteiro de Santana Dias.

Massarani, L., Fazio, M. E., Rocha, J. N., Dávila, A., Espinosa, S., & Bognanni, F. A. (2019). La interactividad en los museos de ciencias, pivote entre expectativas y hechos empíricos: El caso del Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Abremate (Argentina). *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(2), 467–484.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320190020012>

Mihura-López, R., Piñeiro-Otero, T., & Hernández-Ibáñez, L. (2024a). Interactividad digital en museos: Desarrollo de un guion de evaluación para profesionales del patrimonio cultural. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–17.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-602>

Mihura-López, R., Piñeiro-Otero, T., & Hernández-Ibáñez, L. (2024b). Interactividad digital en museos: Desarrollo de un guion de evaluación para profesionales del patrimonio cultural. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–17.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-602>

Montero, Y. H. (2015). *Experiencia de Usuario: Principios y Métodos*. www.yusef.es
Mora Tavarez, M. (2003, septiembre). *Manual-Metodo-Conceptual-DrMora*.

- Munley, M. E. (1986). *Catalysts for change: The Kellogg Projects in Museum Education : the Exploratorium : Field Museum of Natural History, Chicago : the Smithsonian Institution Office of Museum Programs, Washington*. The Kellogg Projects in Museum Education.
- Norman, D., & Nielsen, J. (1998, agosto 8). *The Definition of User Experience (UX)*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Oliver, M. (2016). Wiley Handbook of Learning Technology. 1, 35–57.
- Orozco, G. (2005). Los museos interactivos como mediadores pedagógicos. *Revista Electrónica Sinéctica*, 26, 38–50.
- Ortiz Cueva, F. (2021). *APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS (ABJ) COMO HERRAMIENTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA*. 109–116. sofo@iteso.mx
- Pavlović, D. (2021). DIGITAL TOOLS IN MUSEUM LEARNING – A LITERATURE REVIEW FROM 2000 TO 2020. *Facta Universitatis, Series: Teaching, Learning and Teacher Education*, 167. <https://doi.org/10.22190/FUTLTE211104013P>
- Pawelek, J. G. (2018). *EL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL*. 21.
- Pérez, B. L. (2013). *El papel de los museos de ciencia y tecnología en los estudios demoscópicos de percepción social de la ciencia: El caso de España*.
- Pérez Bolom, M., Alvarado Torres, L., Miranda Meza, J., & Morales Cruz, M. (2023). *MODELO INTERNO PARA LA FORMULACIÓN DE LINEAMIENTOS RELACIONADOS CON LA MEJORA DE LAS ESCUELAS EN EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA SUPERIOR*.

Pinto Santos, A. R., Cortés Peña, O., & Alfaro Camargo, C. (2017). Hacia la transformación de la práctica docente: Modelo espiral de competencias TICTACTEP. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 51, 37–51. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.03>

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>

Prensa, E. (2023, enero 21). Inaugura Gobierno de Zacatecas sala Big Bang del Zigzag, con la aplicación de 6.2 mdp. *Gobierno del Estado de Zacatecas*. <https://www.zacatecas.gob.mx/inaugura-gobierno-de-zacatecas-sala-big-bang-del-zigzag-con-la-aplicacion-de-6-2-mdp/>

Reich, C., Field, S., Attaway, B., Barchas-Lichtenstein, J., Bowen, E., & Brucker, J. L. (2024). *Science Museums & Immersive Digital Technologies*.

Reiser, R. A. (2001). A history of instructional design and technology: Part II: A history of instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 57–67. <https://doi.org/10.1007/BF02504928>

Rennie, L. J., & McClafferty, T. P. (1996). Science Centres and Science Learning. *Studies in Science Education*, 27(1), 53–98. <https://doi.org/10.1080/03057269608560078>

Rosaria, M. (2021, junio 24). DIGITAL STORYTELLING IN MUSEUM EDUCATION CONTEXT: HOW TO PROMOTE CRITICAL THINKING SKILLS THROUGH DIGITAL TOOLS WITHIN SECONDARY SCHOOL PUPILS. *Lessons from a Pandemic for the Future Education*.

Sampieri Hernández, R. (2017). *Fundamentos de investigación*.

Sanchez Mora, M. D. C. (2022). LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE INFORMAL EN LOS MUSEOS DE CIENCIA A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN. *REVISTA DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES – UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES*, 24.

Sánchez-Mora, C. (2008). *La evaluación en museos y centros de ciencias*.

Sánchez-Mora, M. del C. (2022). La evaluación del aprendizaje informal en los museos de ciencia a partir de la investigación. *Avatares de la Comunicación y la Cultura*, 24, Article 24. <https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/avatares/article/view/7202>

Sanju. (2024). The Role of Multimedia Technology in Museum Education. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 383–388. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-19433>

Santacana, J., & Martín Piñol, C. (2010). Introducción a la museografía y la revolución didáctica. En *Manual de museografía interactiva* (pp. 15–24).

Santos, A. R. P., Carreño, J. D., & Camargo, C. A. (2016). Modelo Espiral de Competencias Docentes TICTACTEP aplicado al Desarrollo de Competencias Digitales. . . ISSN.

Sereño Ahumada, F. (2024). La formación docente en la era digital: Práctica reflexiva, aprendizaje situado e inteligencia artificial. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 19(2), 1–15. <https://doi.org/10.15359/rep.19-2.7>

Serrano Sánchez, Gutierrez Porlán, & Prendes Espinoza. (2016). Internet como recurso para enseñar y aprender: Una aproximación práctica a la tecnología educativa. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15.

Severin, E., Peirano, C., & Falck, D. (2012). *Guía básica para la evaluación de proyectos: Tecnologías para la educación*. Inter-American Development Bank.
<https://doi.org/10.18235/0009939>

Smets, W., & Euser, V. (2025). A comparative case study of two immersive learning experiences in museums. *History Education Research Journal*, 22(1).
<https://doi.org/10.14324/HERJ.22.1.16>

Smithsonian Institute. (2002). *THE MAKING OF EXHIBITIONS: PURPOSE, STRUCTURE, ROLES AND PROCESS*.

Spector, J. M., & Morel, G. M. (2022). *Foundations of Educational Technology: Integrative Approaches and Interdisciplinary Perspectives* (3a ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003268406>

Stefaniak, J. E., Cha, E. E., Yang, F., Gilstrap, S., & Yang, L. (2025). A comprehensive review of instructional designer research and approaches in learning design. *Educational Technology Research and Development*, 73(4), 2057–2079.
<https://doi.org/10.1007/s11423-025-10501-1>

Suppes, P. (1974). *The Place of Theory in Educational Research*.

Suzuki, H., & Tubuku, N. (2021). Practical Use of Edutainment Systems for Science Museums with XR Technology. En M. M. Soares, E. Rosenzweig, & A. Marcus (Eds.), *Design, User Experience, and Usability: Design for Contemporary Technological Environments* (Vol. 12781, pp. 233–244). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-78227-6_17

Torres Pernía, T. J. (2024). *MULTIMODALIDAD. REIMAGINANDO LA EDUCACIÓN EN LA ERA DE LA INNOVACIÓN.*

Trujillo Cañar, A. C. (2023, julio). Runing Informática, Educación y Pedagogía. *Diferencias entre ABJ (Aprendizaje Basado en Juego) y Gamificación*, 15.

Velázquez Peña, E. A., Ulloa Reyes, L. G., & Hernández Mujica, J. L. (2009). *La estimulación del aprendizaje*. 50–54. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360636904008>

Wang, M., Dede, C., Grotzer, T. A., & Chen, J. (2025). Understanding and managing the complexities in situated learning in immersive virtual environments. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10519-5>

Yan, L. (2024). Emerging Technologies in Digital Museums: A Literature Review of Educational Application and Evaluation Methods. *Transactions on Social Science, Education and Humanities Research*, 11, 666–677. <https://doi.org/10.62051/c4vbr380>

zigzag. (2021). *Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Didáctica.

Zorrozua, A. (2021, mayo 18). *Interactividad en museos y exposiciones | ZORROZUA y Asociados*. <https://zorrozua.es/interactividad-museos-exposiciones/>

Anexos

Instrumentos de Evaluación LITEC-Museos

Formato de Evaluación para tecnologías inmersivas (Realidad Virtual)		
Sección 1 Datos generales		
Nombre del Museo/ Centro Interactivo de Ciencia		
Duración de evaluación		
Hora de inicio:	Hora de Termino:	Fecha
Nombre de la exhibición:		
Ubicación (sala en la que se encuentra):		
No. de evaluación		

Nombre del evaluador:								
Perfil del evaluador (especialista en UX, tecnología educativa, accesibilidad, etc.):								
Nivel de experiencia (básico, intermedio, avanzado)								
<p style="text-align: center;">Sección 2</p> <p style="text-align: center;">Criterios Generales de Evaluación</p>								
Dimensión Pedagógica								
Para cada criterio, califique del 1 al 5 de acuerdo con la siguiente escala:				<ol style="list-style-type: none"> 1. En total desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Neutral 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo 				
ID	Criterios			1	2	3	4	5
DP1	El contenido es actualizado.							
DP2	La información es correcta y clara.							
DP3	El alcance de profundidad es apropiado para la audiencia de destino.							

DP4	El nivel de dificultad de comprensión es adecuado para la audiencia de destino.				
DP5	El contenido integra experiencias del mundo real.				
DP6	Las metas de instrucción y objetivos están claramente establecidas.				
DP7	Promueve la participación				
DP8	Promueve el aprendizaje activo (permite manipular elementos para el aprendizaje).				
DP9	Promueve habilidades de comunicación.				
DP10	Fomenta la interacción colaborativa.				
DP11	Fomenta la creatividad.				
DP12	El material está estructurado y organizado correctamente.				
DP13	El material tiene congruencia.				
DP14	Los conceptos se introducen claramente.				
DP15	Los conceptos están claramente desarrollados.				
DP16	Los conceptos están claramente resumidos.				
DP17	El vocabulario técnico es introducido de forma sencilla para la audiencia.				

DP18	El texto se relaciona con las imágenes)				
DP19	El diseño visual es interesante/ efectivo.				
DP20	El diseño es lógico y consistente.				
DP21	Las ilustraciones/ imágenes son apropiadas con el tema en desarrollo				
DP22	El contenido presenta omisiones o sesgos.				
DP24	Proporciona retroalimentación en tiempo real.				
DP25	Contiene información ilegible.				
DP26	La narrativa/ <i>storytelling</i> se encuentra bien estructurado.				
DP27	El usuario puede controlar el flujo del contenido.				
DP28	El título hace referencia al qué hacer en la exhibición.				
DP29	Los elementos interactivos sugieren como usarlos.				
DP30	Incluye un diagrama/ dibujo/ imagen de cómo utilizarlo.				
DP31	El contenido está alineado con las metas y objetivos de aprendizaje del museo/centro interactivo				
DP32	Estimula la exploración, formulación de preguntas y reflexión				
DP33	Está alineado con el guion temático y los objetivos del museo				

DP34	No reemplaza actividades físicas, sino que las enriquece				
DP45	Promueve la creatividad e innovación				
DP36	Estimula el pensamiento crítico y la reflexión				
DP37	Es posible interactuar activamente con el contenido				
DP38	Permite manipular objetos y/o explorar diferentes escenarios				
DP39	Facilita la construcción de conocimiento del usuario				
DP40	No depende de instrucciones rígidas				
D41	El contenido es relevante y se conecta con experiencias previas				
D42	El contenido y /o actividades de ajusta a las necesidades o nivel de conocimiento previo del usuario				
DP43	Permite la reflexión				
DP44	Contiene actividades que propician una experiencia concreta				
DP45	Permite la observación reflexiva				
DP46	Permite la formulación de ideas o conclusiones				
DP47	Proporciona un estilo divergente (experiencia concreta+ observación reflexiva)				
DP48	Proporciona un estilo asimilador (conceptualización abstracta+ observación)				

DP49	Proporciona un estilo convergente (conceptualización abstracta + experimentación)				
DP50	Proporciona un estilo acomodador (experiencia concreta + experimentación activa)				
DP51	Permite que los usuarios apliquen lo aprendido en una situación real o simulada				
DP52	Combina medios para mejorar la retención y comprensión de la información				
DP53	Los elementos visuales o auditivos están integrados adecuadamente evitando distracciones				
DP54	Los contenidos están expuestos de manera equilibrada entre imágenes, texto y audio				
DP55	Se evita el exceso de información simultanea				
DP56	Se encuentran presentes el <i>principio de segmentación</i> (contenido dividido en partes manejables por el usuario)				
DP57	Se encuentra presente el principio de modalidad (audio en lugar de texto cuando sea preciso)				
DP58	No muestra detalles decorativos innecesarios				
DP59	No se introduce información adicional que no contribuya en el aprendizaje				

DP60	Se muestra el principio de redundancia (evita la integración de texto y audio en simultaneo)				
DP61	Se muestra el principio de contigüidad espacial y temporal (sincronización de audio con visuales)				
DP62	Se incluyen actividades como cuestionarios, simulaciones o juegos educativos				
DP63	Es posible controlar el ritmo de aprendizaje				
DP64	Se identifica el principio de personalización (uso de lenguaje conversacional)				
DP65	Se presentan pausas que permitan el procesamiento de la información antes de continuar con la actividad.				
DP66	El contenido d juego promueve la competencia contra el programa				
DP67	Es posible completar diferentes actividades/ tareas.				
DP68	Se obtienen puntuaciones o recompensas				
DP69	Se pueden comparar los resultados con los de otros usuarios				
DP70	Limita la sobre carga cognitiva				
DP71	La exploración del video juego es abierta.				
DP72	La exploración del videojuego es estructurada y guiada				

DP73	Permite la progresión de nivel inicial a experto					
Comentarios/ Recomendaciones						
Aspectos positivos identificados						
Áreas de mejora						
Recomendaciones para optimización						
Sección 3						
Dimensión Experiencial						
Para cada criterio, califique del 1 al 5 de acuerdo con la siguiente escala:					<ol style="list-style-type: none"> 1. En total desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Neutral 4. De acuerdo 	

		5. Totalmente de acuerdo				
ID	Criterios	1	2	3	4	5
DE1	Uso de colores accesibles (contraste adecuado)					
DE2	Contiene una modalidad para cambiar el idioma					
DE3	Se puede cambiar el idioma					
DE4	Es posible aplicar subtítulos					
DE5	El temario de fuente es ajustable					
DE6	Incluye imágenes con las que se identifiquen los usuarios (investigadores, mujeres científicas, etc)					
DE7	Contiene por lo menos una imagen de profesionales en STEAM					
DE8	El texto se relaciona con las imágenes					
DE9	Los materiales de apoyo son apropiados					
DE10	El diseño visual es atractivo					
DE11	El tamaño de los caracteres es apropiado					
DE12	El tipo de letra es legible					
DE13	El diseño es lógico y consistente					
DE14	La interacción es rápida y sin retardos					

DE15	Otorga respuestas inmediatas a la acción del usuario.				
DE16	No contiene obstáculos de navegación				
DE17	Calidad visual nítida y sin distorsiones				
DE18	La interfaz es fácil e intuitiva				
DE19	Permite la interacción (tocar, mover, escribir, responder, explorar)				
DE20	Se puede adaptar a las preferencias del usuario (personalización de la experiencia)				
DE21	Presenta tiempo de cargas excesivos y/o fallos contantes				
DE22	Diseño consistente, coherente y sin elementos confusos				
DE23	Permite la interacción social entre pares, compañeros o familia.				
DE24	El usuario puede integrar información de entrada para el uso de la exhibición como gestos, sonidos, dibujos, movimiento corporal, entre otras.				
DE25	La iluminación, temperatura y sonido es el apropiado				
DE26	Estimula el movimiento por medio de la mecánica de juego o exploración				
DE27	Contiene estimulación sensorial (visual, auditiva, táctil, olfativa, kinestésica)				

DE28	Proporciona experiencias educativas para dos o más personas al mismo tiempo					
DE29	La exhibición contiene colores brillantes y destacados					
DE30	La exhibición posee una apariencia acogedora, personal, hecha a mano o delicada					
Comentarios/ Recomendaciones						
Aspectos positivos identificados						
Áreas de mejora						
Recomendaciones para optimización						

Sección 4

Dimensión Tecnológica

Para cada criterio, califique del 1 al 5 de acuerdo con la siguiente escala:		1. En total desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Neutral 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo				
ID	Criterios	1	2	3	4	5
DT1	Es interoperable (puede ser utilizado en diferentes plataformas)					
DT2	Es fácil de usar					
DT3	Es fácil de actualizar					
DT4	Es fácil de enseñar al personal operativo					
DT5	Protege los datos de los usuarios					
DT6	Requiere pocos recursos para funcionar					
DT7	La iluminación, temperatura y sonido es el apropiado					
DT8	Tiene capacidad para uso intensivo sin presentar fallas					
DT9	Es fácil de reparar					
DT10	No necesita actualizaciones periódicas.					

DT11	Es fácil de limpiar					
DT12	Considera el flujo de participantes					
DT13	Contiene espacio suficiente para alojar a más de una persona					
Comentarios/ Recomendaciones						
Aspectos positivos identificados						
Áreas de mejora						
Recomendaciones para optimización						