

La exhibición interactiva: su proceso de diseño con base en inteligencia artificial

Sandra Rodríguez-Mondragón, Manuel Martín Clavé-Almeida,
Luis Jorge Soto-Walls, Oscar Herrera-Alcántara

Universidad Autónoma Metropolitana,
México

{sandra.rgz.mondragon, luissotowalls,
mclavealmeida}@gmail.com, oha@correo.azc.uam.mx

Resumen. La presente investigación tiene la intención de dar a conocer una metodología para el “Diseño de la exhibición interactiva”, y la aplicación de inteligencia artificial (IA). Como parte inicial se abordan algunas metodologías para el diseño, se realiza una propuesta para el diseño de la exhibición interactiva y se exploran algunas áreas de aplicación de inteligencia artificial. Posteriormente se muestran algunos ejemplos prácticos de exhibición interactiva basada en técnicas de IA. Finalmente, se describe cómo interviene y que técnicas de IA son comúnmente aplicables al diseño de la exhibición interactiva.

Palabras clave: Diseño, exhibición interactiva, tecnologías, multimedia, virtual, gestión de datos, sistemas expertos y aprendizaje automático.

The Interactive Exhibiting: Your AI-Powered Design Process

Abstract. The present investigation intends to present a methodology for the "Design of the interactive exhibition", and the application of artificial intelligence (AI). As an initial part, some design methodologies are addressed, a proposal for the design of the interactive exhibition is made and some areas of application of artificial intelligence are explored. Subsequently, some practical examples of interactive exhibition based on AI techniques are shown. Finally, it describes how it intervenes and which AI techniques are commonly applicable to the design of the interactive exhibition.

Keywords: Design, interactive exhibition, technologies, multimedia, virtual, data management, expert systems and machine learning.

1. Aspectos del diseño

1.1. Proceso de diseño de productos

El diseño de productos implica un proceso que generantemente no es lineal, en el cuadro A, se presenta una breve historia (1962-1992) descriptiva de algunos de estos métodos de diseño. Un ejemplo de modelo para diseño de productos es el Modelo General del Proceso de Diseño (MGPD) [1] de la UAM – Azcapotzalco¹, que se compone de cinco fases:

1. Caso: fenómenos sociales desde la interdisciplinariedad, se deriva una propuesta para el diseño.
2. Problema: estudio del fenómeno desde los objetivos, las condiciones teóricas de una disciplina propia del diseño.
3. Hipótesis: desarrollo de la máxima cantidad de alternativas para los requerimientos del problema.
4. Proyecto; se divide en dos partes
 - a. 1ra. se desarrollan planos, maquetas y simulaciones.
 - b. 2da. se confrontan con lo propuesto en la hipótesis.
5. Realización: La producción material de la forma propuesta.

Otro ejemplo de modelo de proceso de diseño es el de Navarrina (1987)², el cual tiene una estructuración operativa de relaciones y transmisión de información entre los diversos niveles. Aquí se pueden identificar tres etapas de diseño donde es posible implementar IA: 1) modelado y parametrización; 2) cálculo y; 3) mejora del producto (ver figura 1).

1.2. La exhibición interactiva

De acuerdo con Beatriz Abella [3], existen diversos tipos de exposición, dentro de esta clasificación se encuentra la interactiva:

Atendiendo a las categorías o caracteres desde la perspectiva del público receptor, pueden calificarse como didácticas y no didácticas. [...] Y, en "otras categorías", incluye las interactivas (que pueden modificar su presentación según la percepción que el diseñador tenga de la respuesta del espectador), reactiva (la que automáticamente se pone en marcha delante del visitante), dinámica (animadas por medios mecánicos u otros), centrada en el objeto (cuando éste tiene preponderancia sobre cualquier otro medio interpretativo), sistemática (organización de los objetos según un modelo aceptado), temática (parte de una línea argumental y recurre a los objetos para ilustrar el tema) y participativa (busca involucrar al visitante a través del sentido del tacto). Las tipologías no son excluyentes y a menudo nos encontramos con exposiciones donde se combinan categorías.³

¹ Manual de diseño industrial. p. 36.

² Navarrina, Fermín. Una metodología general para optimización estructural en diseño asistido por el ordenador". p. IV 14a

³ Abella, Beatriz. Diseño de exposiciones. Concepto, instalación y montaje. p. 2.

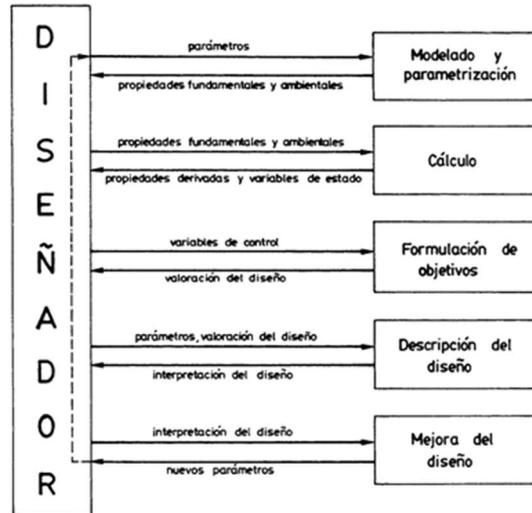


Fig. 1. Estructuración operativa del proceso de diseño. Navarrina, F., 1987. [2].

Cuadro A. Historia de los métodos del diseño (1962-1992).

Autores Representativos	Descripción
Asimov (1962)	Dos etapas: • Planeación y Morfología • Diseño detallado.
Jones (1963)	La intuición y los aspectos no-racionales tienen el mismo rol que los lógicos y los procedimientos sistemáticos.
Archer (1963),	Listas de chequeo (más de 229 ítems), para verificar tres fases: • Análisis. • Creatividad • Ejecución.
Alger y Hays (1964)	Énfasis en la valoración de alternativas del proyecto.
Alexander (1964)	Análisis riguroso del problema. Adaptación del programa de diseño al problema específico División del problema complejo en subgrupos de problemas.
Luckman (1967)	Método AIDA, tres fases: • Análisis • Síntesis • Evaluación. No son lineales sino interactivas.
Levin (1966)	Caracterización de propiedades de sistemas. Relación causa – efecto (controlables y no controlables)
Gugelot (1963)	Información sobre necesidades del usuario.
Burdell (1976)	Aspectos funcionales Exploración de posibilidades funcionales Decisión Detalle: cálculos, normas, estándares. Prototipo.
Jones (1970)	No es un método, pero expone dos tendencias: Caja negra: la parte más importante del diseño se realiza en el subconsciente del diseñador, no puede ser analizada. Caja de cristal: todo el proceso se hace transparente.
Jones (1971)	Contracorriente: Los métodos de diseño destruyen la estructura mental del diseñador. Se produce una abolición de la racionalidad funcional.
Alexander Tudela	
Manuni (1974)	No es correcto proyectar sin método. Indica que primero se hace un estudio sobre materiales y procesos, que alimentan la generación de ideas.
Maldonado (1977)	Deben integrarse al proceso de diseño los factores: funcionales, simbólicos o culturales, de producción.
Dorfles (1977)	
Bonsiepe (1985)	Dos métodos: Reducción de la complejidad de Alexander. Búsqueda de analogías o Sinéctica de Gordon.
Quarante (1992)	Para cada problema hay un método. No universalidad de métodos.

Una descripción basada en la definición de Mc. Lean (1993) [4], la encontramos en la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América y el Caribe (RPCTAC):

Las exhibiciones interactivas son aquellas en las cuales “el visitante puede conducir actividades, recolectar evidencia, seleccionar opciones, formar conclusiones, probar

habilidades, proporcionar insumos y, de hecho, alterar una situación basada en un insumo" (Mc. Lean, 1993). Así, una buena exhibición realmente interactiva personaliza la experiencia para el visitante.⁴

Así, las exhibiciones interactivas tienen el objetivo de que el espectador interactúe sensorialmente con cualquier tema de la muestra por medio de los sentidos: la vista (la visión), el oído (la audición), el olfato, el gusto y el tacto; parte de esta interacción está dirigida hacia una experiencia personal.

1.3. Diseño de exhibición interactiva

Si bien el proceso de diseño que se aplique depende de problema de diseño que se enfrente, en este caso se puede adoptar cualquier metodología de diseño que se desee, sin embargo, por el tipo de problemáticas que se enfrentan al diseñar una exhibición interactiva implica considerar ciertas restricciones en la toma de decisiones en el proceso de desarrollo tales como los aspectos ergonómicos, medioambientales, de sustentabilidad, además de incluir el factor de discapacidad en el usuario, así estaremos hablando de un modelo incluyente donde uno de los requerimientos principales, es la condición de discapacidad del usuario.

Regularmente los sistemas de exhibición interactiva están ligados a las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC'S)⁵, dado que por medio de las tecnologías es posible identificar el factor de interacción con el usuario e incluso medirlo de forma precisa.

De acuerdo con Jorge Padilla⁶:

La importancia de la interacción en las exhibiciones como un requisito básico para el aprendizaje y la comprensión [...] Se ha propuesto que la "atractividad" y el potencial de aprendizaje en las exhibiciones interactivas se realiza con cuatro rubros:

- a. Curiosidad y motivación intrínseca*
- b. Modos múltiples de aprendizaje*
- c. Juego y exploración en el proceso de aprendizaje*
- d. Conocimientos y modelos mentales previos del usuario*

Tomando estos preceptos se debe contemplar que difícilmente es posible satisfacer todas las necesidades de las personas con discapacidad, puesto que en cuestiones sensoriales de percepción cuando existe una discapacidad, ésta se ve disminuida o anulada, por lo que se sugiere priorizar el diseño en términos de acceso e ir ponderando el canal de comunicación, con base en el tipo de información a transmitir.

En el diseño de una exhibición interactiva, se deben contemplar, de acuerdo con Héctor Miranda⁷, al menos los siguientes cuatro elementos [5]:

⁴ Padilla, Jorge y RPCTAC. Diseño, construcción y operatividad de exhibiciones interactivas. p.1 Recuperado el 20/06/18 de: <https://www.redpop.org/diseo-construccion-y-operatividad-de-exhibiciones>

⁵ TIC'S, nos referimos a un grupo diverso de prácticas, conocimientos y herramientas, vinculados con el consumo y la transmisión de la información y desarrollados a partir del cambio tecnológico vertiginoso que ha experimentado la humanidad en las últimas décadas, sobre todo a raíz de la aparición de Internet. Recuperado el 08/04/21 de: <https://concepto.de/tics/#ixzz6rbBa3cHI>

⁶ Padilla, Jorge y RPCTAC. Diseño, construcción y operatividad de ... op. cit. p.2

⁷ Miranda, Héctor. Diseño de exhibiciones interactivas. p.5-17

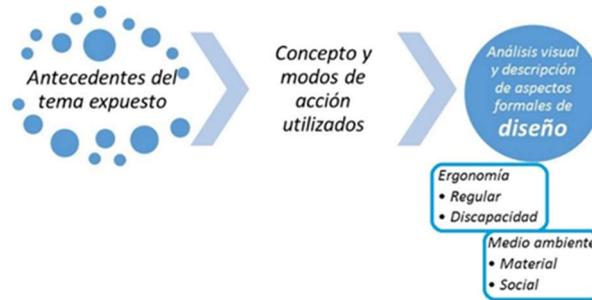


Fig. 2. Proceso de diseño de exhibición interactiva; autoría propia basada en el modelo de Héctor Miranda.

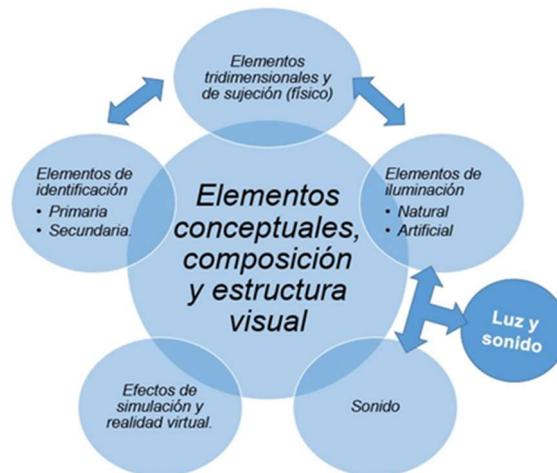


Fig. 3. Elementos conceptuales, composición y estructura visual; autoría propia basada en el modelo de Héctor Miranda.

1. *Antecedentes del tema expuesto.*
2. *Concepto museográfico y modos de acción utilizados.*
3. *Análisis visual y descripción de aspectos formales de diseño.*
4. *Elementos conceptuales, composición y estructura visual.*
 - a. *Elementos tridimensionales.*
 - b. *Elementos de sujeción.*
 - c. *Elementos de iluminación (intensidad, filtros, interactividad con el entorno, interacción con los objetos).*
 - *Natural, de sol.*
 - *Artificial, fluorescente (focos o lámparas), luz incandescente (bombillas 120 v.), halógena, led.*
 - d. *Sonido.*
 - e. *Luz y sonido.*

Cuadro B. Tecnologías de la exhibición interactiva. Resumen basado en Ávila⁸.

Tecnología	Función
OBJETOS TANGIBLES	Se refiere a todos aquellos elementos u objetos que el usuario puede tocar y percibir de manera precisa al interactuar con ellos.
PANTALLA TÁCTIL	Son pantallas que permiten al usuario interactuar directamente con la interfaz, sin necesidad de un elemento intermediario, su tamaño y resolución puede variar según se necesite.
PANTALLAS MÚLTIPLES	También llamado multipantalla o multi-monitor, es el uso de múltiples dispositivos de visualización para aumentar el área de visión e interacción disponible en una interfaz.
MESA INTERACTIVA	Similar a una pantalla táctil de grandes dimensiones. Se caracteriza por permitir dos o más puntos de interacción simultáneamente, así como la posibilidad de dividirse en dos o más áreas de visualización e interacción distintas.
MAPEO DE PROYECCIÓN	También conocido como vídeo <i>mapping</i> . Es el uso de proyectores para desplegar animaciones o imágenes sobre superficies reales y en ciertos casos permitir la interacción directa del usuario, simulando una superficie táctil.
REALIDAD AUMENTADA	Esta tecnología permite al usuario visualizar parte del mundo real a través de un dispositivo que genera y agrega información digital, es decir, una parte virtual aparece en la realidad. Los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando una realidad aumentada en tiempo real.
REALIDAD VIRTUAL	Esta tecnología genera un entorno de escenas u objetos de apariencia real dentro de un espacio virtual. Usualmente este entorno crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él, sin posibilidad de visualizar el mundo real. En ciertos casos, esta tecnología puede mezclarse con estímulos externos para generar una experiencia inmersiva.
REALIDADES MIXTAS	<i>Mixed Reality</i> es una variación de la Realidad Aumentada que se concentra en colocar objetos totalmente digitales que interactúen con el entorno del usuario, permitiendo a los usuarios ver y manipular dichos objetos.

f. Efectos de simulación y realidad virtual.

g. Organización efectos: ritmos, simetrías, proporciones, oposiciones, direcciones, etc. (elementos compositivos).

h. Elementos de identificación.

- Comunicación primaria: semánticos, sintácticos, pragmáticos; visuales: puntos, líneas, planos, volumen y color.
- Comunicación secundaria o efectos comunicativos: miméticos, ornamentales, expresivos, emblemáticos, inventados.

⁸ Ávila, José. Diseño de una exhibición interactiva para un museo en Noruega. p. 37-47

Cuadro C. Tecnologías combinadas.

Tecnología	Función
PANTALLAS + PANTALLA TÁCTIL	En estos casos existe una separación entre el sistema de interacción directa (pantalla táctil) y la visualización de esta (pantalla sencilla).
PROYECCIÓN + PANTALLA TÁCTIL	Al igual que en la combinación de pantallas sencillas, esta combinación busca separar el sistema de interacción con el sistema de visualización, con la diferencia de que la proyección puede variar el tamaño según se necesite, además de mantener la tecnología del mapeo.
OBJETOS TANGIBLES + PROYECCIÓN	Esta es una de las soluciones más interesantes en cuanto a tecnología e interacción. El usuario es capaz de interactuar con objetos físicos para visualizar, variar o interactuar con la información proyectada.

En cuestiones de diseño, además se deben contemplar aspectos ergonómicos y medio ambientales (ver figura 2).

En el diseño de elementos de composición y estructura visual existe interacción entre elementos, así, por ejemplo, la iluminación puede operar en conjunto con el sonido generando efectos visuales de estimulación sensorial; los objetos en relación con la luz también modifican su percepción visual; esto se muestra a continuación (ver figura 3).

El Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADT) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), también propone un modelo metodológico para el diseño de la Experiencia del Usuario en Espacios Interactivos (EUEI) que consisten en cinco pasos: 1) Planteamiento; 2) Diseño; 3) Realización; 4) Pruebas y evaluación; 5) Cierre; 6) Retroalimentación y mantenimiento (ver figura 4).

2. Recursos

2.1. Tecnologías

De acuerdo con Ávila [7] alguna de las tecnologías que se aplican a la exhibición interactiva son las que se muestran a continuación (ver cuadro B). De estas tecnologías también se puede realizar la producción de la exhibición interactiva con una combinación de ellas y algunos ejemplos se muestran a continuación (ver cuadro C).

2.2. Áreas de trabajo de IA

Dado que la exhibición interactiva está basada en interfaces que hacen uso de bases de datos y gráficos, en el proceso de diseño de estas se pueden intervenir a partir de determinar el o los canales de comunicación con el usuario. Como ya se mencionó la interacción se puede generar por medios físicos mecánicos, robotizados y/o tecnológicos tales como las pantallas táctiles o una combinación de ellos.

Ahora bien, para identificar la forma de intervenir los sistemas de exhibición interactiva, cabe revisar algunas áreas de trabajo de IA, y es conveniente aclarar que

Cuadro D. Áreas de trabajo de IA.

Básicas	Específicas
Representación del conocimiento	Planificación de tareas
	Tratamiento del Lenguaje Natural
	Razonamiento Automático
Resolución de problemas, búsqueda	Sistemas Basados en el Conocimiento
	Percepción
	Aprendizaje Automático
	Agentes autónomos

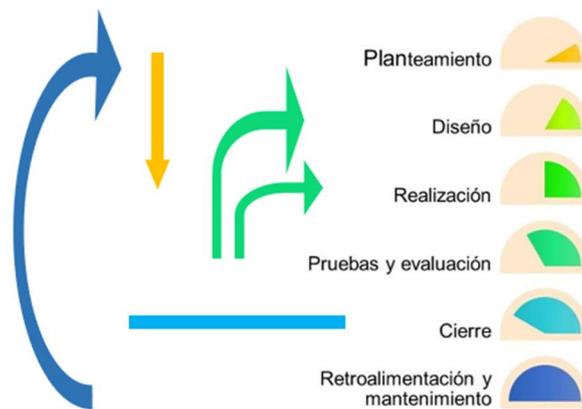


Fig. 4. Modelo metodológico para el diseño de la Experiencia del Usuario en Espacios Interactivos; autoría propia basado en G. De la Cruz [6].

ello no es limitativo para los desarrolladores, pero puede dar la pauta para iniciar el proceso creativo (ver cuadro D).

3. Casos

3.1. Muro multimedia

Este proyecto desarrollado por Hoch Drei GmbH & Co.KG para Herrenknecht AG en 2016 (ver figura 5).

En un "muro multimedia" interactivo de 3,4 metros de ancho y 1,3 metros de alto, los visitantes pueden acceder a información sobre más de 300 proyectos diferentes de Herrenknecht AG. De esta manera, el muro multimedia presenta la impresionante gama de proyectos de la empresa. Detrás de cada una de las imágenes de vista previa en constante movimiento hay más imágenes del proyecto, una descripción textual y una hoja de datos de las máquinas utilizadas en el proyecto. El usuario puede abrir esta



Fig. 5. Muro de medios de Herrenknecht. también se pueden abrir como un proyecto cuando los tocas.¹⁰



Fig. 6. Estación interactiva Herrenknecht.

información de forma intuitiva simplemente tocando las imágenes de vista previa en una de las cinco pantallas y usando gestos. Al mismo tiempo, la exhibición también funciona como una herramienta de presentación para guías. Para ello, la guía utiliza una aplicación para iPad desarrollada para este fin con el fin de buscar proyectos específicos y llamarlos en la pared. Además, la exhibición se muestra con animaciones para efectos de larga distancia en toda el área de la pantalla en modo inactivo. Por ejemplo, con un salvapantallas de texto o una selección de los los 5 proyectos principales que también se pueden abrir como un proyecto cuando los tocas.⁹

¹⁰ Muro de medios de Herrenknecht. Recuperado el 02/04/21 de de <https://www.17k.de/projekt/herrenknecht-media-wall/>

Cuadro E. Fragmento de Modelos organizacionales [9].

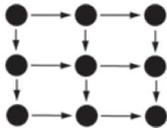
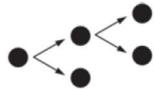
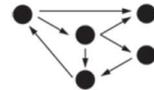
Modelo	Diagrama	Gráficos comunes
Lineal		Lista, gráfico de una sola variable
Tabular		Hoja de cálculo, lista de varias columnas, tabla ordenable, radial. Tabla, gráfica multi-Y, otras gráficas multivariables
Jerárquico		Árbol, listas en cascada, tabla de árbol, mapa de árbol, radial. Tabla, gráfico dirigido
Red de interconexiones		Gráfico dirigido, diagrama de flujo, tabla radial



Fig. 7. XHolo Asistente Virtual.

3.2. Estación interactiva

Este proyecto desarrollado por Hoch Drei GmbH & Co.KG para Herrenknecht AG en 2019, consta de varios módulos interactivos que incluyen: mesa, pantallas táctiles, túnel de simulación y proyector 3D (ver figura 6).

3.3. XHolo Asistente Virtual

Asistente virtual en realidad aumentada, es un personaje generado digitalmente que facilita información mediante voz, reconoce un lenguaje básico y es capaz de interactuar con la persona en diferentes idiomas. Desarrollado por Digalix en 2016, para el stand de Suez en la primera edición del salón *iWater* [8] (ver figura 7).

Como se puede observar en los ejemplos, el potencial de estas aplicaciones es incalculable, puesto que entre otras se pueden contar diversos sectores de las actividades económicas tales como:

- Turístico: hoteles y restaurantes.
- Educación: remota, a distancia y modelos híbridos.
- Exposiciones: comerciales y proyectos de difusión cultural.
- Corporativo: espacios en salas y presentaciones.
- Salud: información, atención, rehabilitación, etc.
- Servicios: desarrollo de software y eventos multimedia.

Por lo antes mencionado, es recomendable identificar una metodología que facilite procesar la información e identificar cómo es que la IA puede apoyar en estos desarrollos.

4. Herramientas de IA

4.1. Gestión de datos

Por medio de IA se puede desde catalogar hasta el análisis de datos, algunas formas de realizar estas operaciones, entre otras se encuentran:

Automatización del proceso de datos por medio de *Deep Learning* (aprendizaje profundo) y en ello es posible: verificar la calidad de la información, integración de datos heredados, desarrollar reglas para la gestión automatizada de datos

En estos procesos, de acuerdo con Tidwell [9], en el manejo de la información visual:

Los buenos gráficos de información interactiva ofrecen a los usuarios

respuestas a estas preguntas:

- *¿Cómo se organizan estos datos?*
- *¿Qué está relacionado con qué?*
- *¿Cómo puedo explorar estos datos?*
- *¿Puedo reorganizar estos datos para verlos de manera diferente?*
- *¿Cómo puedo ver sólo los datos que necesito?*
- *¿Cuáles son los valores de datos específicos?*

De la misma forma Tidwell sugiere entre otros algunos modelos organizacionales de datos que son de utilidad en el manejo de datos para la visualización en interfaces interactivas (ver Cuadro E).

Así, en la exhibición, la exploración de los datos puede ocurrir por medio de desplazamiento, *zoom*¹¹, abrir y cerrar puntos de interés y profundizar en puntos de interés, siendo estos modos los más comunes en dispositivos tales como mesas, tabletas y pantallas táctiles.

¹¹ *Zoom*: Objetivo de distancia focal variable, que mantiene enfocada la imagen al variar la distancia focal. Efecto de acercamiento o alejamiento de la imagen obtenido mediante este objetivo.

4.2. Sistemas expertos

Por otro lado, los sistemas expertos, son la base del desarrollo de los asistentes virtuales puesto que recopilan y simulan el pensamiento de expertos humanos en un área específica del conocimiento.

Estos sistemas son capaces de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones determinísticas e inciertas, comunicarse con humanos y/o sistemas expertos, hacer decisiones apropiadas y explicar el porqué estas decisiones han sido tomadas [10].¹²

4.3. Aprendizaje automático (*Machine Learning*)

El aprendizaje automático es una herramienta de gran utilidad en la exhibición interactiva. En coincidencia con Pascual [11]:

Normalmente este aprendizaje automático suele ser de dos tipos: supervisado o no supervisado. En el primer caso hay un humano que le dice lo que hace bien o mal. En el no supervisado, es la propia IA la que tiene que aprender a descubrir lo que hace bien y lo que hace mal, en función de unas reglas.¹³

Una de sus principales aplicaciones es la de reconocer o identificar las preferencias de los visitantes a las exhibiciones y configurar el material exhibido tomando en cuenta estas tendencias.

También es importante mencionar que una de las principales aplicaciones de IA, excediendo su potencial en la exhibición interactiva es en la operación de museos y salas de exhibición donde se identifican aplicaciones para hacer más eficientes sus operaciones y reducir costos. De acuerdo con Michaels [12]:

En la forma en que medimos y pronosticamos los comportamientos de los visitantes, en la forma cómo funcionan los sistemas de seguridad y en la forma cómo se administra la energía y otros recursos. (La inteligencia artificial) debería permitir la realización de ahorro en la gestión de nuestros edificios. Esas son a menudo las mayores fuentes individuales de costos operativos en los museos, y el nivel de eficiencia impulsada por la inteligencia artificial podrían transformarse bajo modelos comerciales operativos.¹⁴

Así, gracias a la velocidad de procesamiento de información, la inteligencia artificial es una herramienta de gran utilidad para el diseño de la exhibición interactiva.

5. Conclusiones

La inteligencia artificial es una herramienta de gran utilidad en el diseño de exhibición interactiva, se puede decir que la exhibición interactiva es una antes de IA y otra completamente diferente después de IA, porque gracias a IA es posible no sólo hacer personalizada la experiencia del usuario o asistente, sino que permite cerrar el círculo de calidad con la evaluación del usuario.

¹² Sosa, María Del Carmen. *Inteligencia artificial en la gestión financiera empresarial*. p.158

¹³ Pascual, Juan. *Inteligencia artificial: qué es, cómo funciona y para qué se está utilizando*.

¹⁴ Michaels, Chris. *Cómo utilizan los museos la inteligencia artificial*.

La exhibición interactiva, puede mantenerse en constante evolución y perfeccionamientos gracias a IA, no sólo en los casos que emplean agentes autónomos, si no por medio del almacenamiento de información que los visitantes proporcionan durante su visita, ello permite identificar patrones de comportamiento en los recorridos, captar emociones o reacciones dentro de la muestra e incluso esta interacción permite que los visitantes puedan enriquecer la muestra con observaciones y comentarios.

Otro de los beneficios de utilizar IA en el diseño de la exhibición interactiva, es que ésta permite interactuar por más canales de comunicación que una exhibición tradicional y ello da acceso a personas con discapacidad; por ejemplo para las personas invidentes, se puede hacer accesible la muestra por medio de contenidos de audio; o para personas con debilidad visual, es posible modificar el tamaño de las imágenes o datos proyectados, y esto también es aplicable a la información textual que se puede manipular para que sea más fácil de visualizar.

Por otro lado, las ayudas auditivas pueden desarrollarse en varios idiomas y esto permite que más personas tengan acceso a la información en su propia lengua.

Uno de los beneficios derivados del uso de IA en el diseño de la exhibición interactiva es la programación del consumo de energía de los dispositivos empleados y reducir costos. La mayoría de este tipo de exhibiciones emplean recursos visuales desarrollados en dispositivos tales como pantallas o proyectores, y gracias a IA, es posible programar el comportamiento de estos dispositivos de acuerdo con el flujo de actividad en la exhibición y hacer un mejor uso de dichos recursos.

Referencias

1. Bernal, Roberto, R.: Tesis Propuesta de un modelo de proceso de diseño industrial apoyado en las nuevas tecnologías de la información y su aplicación a un caso de estudio. UAM, Azcapotzalco (2007)
2. Navarrina Martínez, F.: Tesis doctoral Una metodología general para optimización estructural en diseño asistido por el ordenador. Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos de Barcelona, España (1987)
3. Abella, B.: Diseño de exposiciones. Concepto, instalación y montaje, pp. 27 (2013) http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/14058_47095.pdf
4. Padilla, J.: Diseño, construcción y operatividad de exhibiciones interactivas (2018) <https://www.redpop.org/diseo-construccion-y-operatividad-de-exhibiciones>
5. Miranda, H.: Diseño de exhibiciones interactivas. pp. 75 (2009) <http://martinelli2008.blogspot.mx/>
6. De la Cruz, G., Eslava, A. L., Castañeda, R.: Diseño de la experiencia del usuario para espacios interactivos de aprendizaje no formal. *Research in Computing Science*, vol. 89, pp. 62 (2015)
7. Ávila, J.: Tesis: Diseño de una exhibición interactiva para un museo en Noruega. Instituto Tecnológico de Costa Rica (2019)
8. Digalix.: <https://www.digalix.com/es/asistente-virtual-realidad-aumentada-xholo/>
9. Tidwell, J.: *Designing Interfaces*. O'Reilly Media, Inc. Canadá (2010) <http://bedford-computing.co.uk/learning/wp-content/uploads/2016/07/Livro-Designing-Interfaces-2nd-Edition-2010.pdf>

Sandra Rodríguez-Mondragón, Manuel Martín Clavé-Almeida, Luis Jorge Soto-Walls, et al.

10. Sosa, M. C.: Inteligencia artificial en la gestión financiera empresarial. *Pensamiento & Gestión*, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia, núm. 23, pp. 153-186 (2007) <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64602307>
11. Pascual, J. A.: Inteligencia artificial: Qué es, cómo funciona y para qué se utiliza en la actualidad. *Computer Hoy* (2019) <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917#tipos>
12. Lauren, Styx.: How are museums using artificial intelligence, and is AI the future of museums? *The Museum Next, EVE Museos e Innovación* (2019) <https://evemuseografia.com/2020/02/24/como-utilizan-los-museos-la-inteligencia-artificial/>