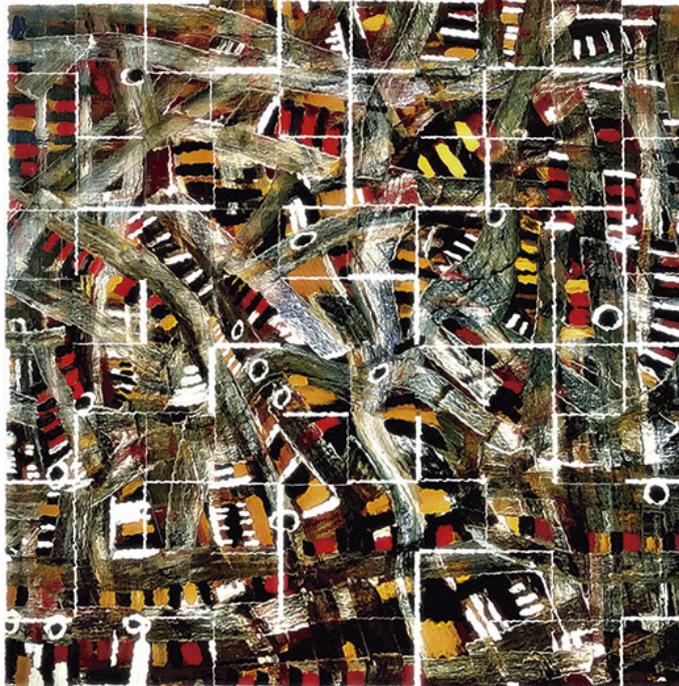


# Tecnología & diseño

ISSN 2594-0341

Publicación Semestral de Investigación del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
Año 9 • núm. 13 • enero - junio 2020.



Usabilidad de superficies interactivas en ambientes colaborativos

El diseño de la información: una aproximación al diseño centrado en el usuario, un rediseño metodológico basado en la propuesta de Frascara

La Realidad Aumentada como experiencia de enseñanza-aprendizaje constructivista

Subsunción y diseño de nuevas tecnologías

Percepción y pensamiento visual

td13



*Perspectivas, Colección Fragmentos*  
Diego Misael Anaya Córdoba



<b>Presentación</b>	<b>7</b>
<b>Usabilidad de superficies interactivas en ambientes colaborativos</b>	<b>11</b>
Selene Marisol Martínez Ramírez	
<b>El diseño de la información: una aproximación al diseño centrado en el usuario, un rediseño metodológico basado en la propuesta de Frascara</b>	<b>25</b>
Mariel García Hernández / Marco Antonio Marín Álvarez	
<b>La realidad aumentada como experiencia de enseñanza-aprendizaje constructivista</b>	<b>37</b>
Paloma Rodríguez Valenzuela	
<b>Subsunción y diseño de nuevas tecnologías</b>	<b>45</b>
Francisco Platas López / Santiago Osnaya Baltierra	
<b>Percepción y pensamiento visual</b>	<b>59</b>
María Teresa Olalde Ramos	



## Tecnología & Diseño CONVOCATORIA para núm. 14

La revista Tecnología & Diseño –publicación de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, indizada por el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX)– convoca a la comunidad académico-científica vinculada a las diversas áreas del diseño (gráfico, industrial, arquitectónico y afines) y su relación con la tecnología, a publicar artículos especializados de investigación, de divulgación científica y de revisión; entrevistas y reseñas de libros y eventos de carácter académico-científico, entre otros, vinculados con la investigación y la práctica de dichas disciplinas.

A fin de ser considerados para su publicación, los artículos deben reunir los siguientes requisitos:

1. Las colaboraciones deberán ser, en todos los casos, resultado de trabajos de investigación o comunicaciones de tipo científicas originales, no publicados previamente –de manera total o parcial– en otros medios de comunicación y difusión.
2. Los documentos se estructurarán conforme al tipo de contribución elegido, haciendo evidente la metodología científica que rige su desarrollo. En todos los casos, deberán contener: un título, palabras clave y resumen (entre 100 y 250 palabras) en idioma español e inglés. Deberán incluir, además, referencias y bibliografía que sustenten el contenido utilizando el formato APA (ver normas para la elaboración de citas, referencias y bibliografía en esta convocatoria).
3. La extensión de los textos deberá ser de 10 a 15 cuartillas en formato carta –incluyendo gráficos, referencias y bibliografía–, con márgenes de 2.5 cm, usando tipografía Times New Roman de 12 pts., con 1.5 de interlineado, justificación izquierda, sin sangrías. Los documentos deberán ser generados en un procesador de texto y ser guardados en formato .doc o .docx.
4. Las notas se indicarán con números arábigos, en superíndice y en orden consecutivo al final del documento
5. El empleo de imágenes, ilustraciones y gráficos se limitará a un 20% del documento, como máximo, debiendo estar numerados consecutivamente con la información o descripción al pie del mismo y ubicados en el sitio correspondiente dentro del cuerpo del texto.
6. Para su revisión, las colaboraciones deberán ser enviadas al correo electrónico [revistatd@azc.uam.mx](mailto:revistatd@azc.uam.mx), considerando:
  - a. El documento, con el formato especificado (ver punto 3), que incluya los gráficos.
  - b. Un archivo de texto en formato .doc o .docx con los siguientes datos: nombre completo del (los) autor/es, profesión o grado académico, institución donde labora, domicilio, teléfonos y dirección electrónica.

7. Una vez aceptada la colaboración, para su formación se solicitará el envío de una carpeta comprimida (formato .zip o .rar) que contenga los siguientes archivos:
  - a. El documento final con las correcciones, considerando el formato especificado (ver punto 3), en dos versiones: una que incluya los gráficos y otra sólo con el texto incluyendo la referencia y posición de los mismos en el cuerpo del documento.
  - b. Las imágenes como archivos independientes, en formato .tiff o .eps, con una resolución mínima de 300 ppi, tamaño mínimo de 5 cm. (en su lado menor) y nombrados con la numeración dispuesta de acuerdo con su ubicación dentro del cuerpo del documento.

### **Normas para la elaboración de citas, referencias y bibliografía**

Esta publicación se basa en las normas dictadas por el American Psychological Association (APA), de acuerdo con las cuales los documentos deben incluir las fuentes que sustentan los argumentos o hechos mencionados, citando dentro del texto así como en referencias o bibliografía que pueden consultarse en: [http://cosei.azc.uam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=115&Itemid=517](http://cosei.azc.uam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=115&Itemid=517)

### **Sistema de arbitraje:**

Las colaboraciones que se ajusten a los lineamientos editoriales antes descritos serán consideradas por el Comité editorial de la publicación para someterse a un proceso de arbitraje por pares ciegos –especialistas en el tema abordado– que se guardará en un estricto anonimato. Los dictaminadores decidirán si se publica sin modificaciones, si requiere de algún tipo de ajuste o si no es apta para publicarse, esta resolución será remitida por escrito al autor (es) por el Comité Editorial.

La coordinación editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

En caso de ser aceptados, los autores autorizan la publicación tanto impresa como electrónica de sus colaboraciones, firmando una carta de cesión de derechos y originalidad y comprometiéndose a ser dictaminadores en números posteriores de la revista.

### **Fechas de entrega de colaboraciones:**

- Enero-marzo (publicación 1er. semestre)
- Julio-septiembre (publicación 2do. semestre)

Nota: Las colaboraciones recibidas fuera de la fecha límite serán consideradas para los siguientes números de la publicación.

Editora responsable: Mónica Elvira Gómez Ochoa

E-mail: [revistatd@azc.uam.mx](mailto:revistatd@azc.uam.mx)

Tels: 55-53189181 y 9480.

Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo núm.180, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México. México.

Universidad Autónoma Metropolitana  
Eduardo Abel Peñalosa Castro  
Rector General

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia  
Secretario General

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Azcapotzalco

Dr. Oscar Lozano Carrillo  
Rector de Unidad

Dra. María de Lourdes Delgado Núñez  
Secretaria de Unidad

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro  
Director

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas  
Secretario Académico

Dr. Edwing Almeida Calderón  
Encargado del Departamento de Procesos  
y Técnicas de Realización

Cuerpo Editorial

Mtra. Mónica Elvira Gómez Ochoa  
Editora Responsable de la Publicación

Mtra. Mónica Elvira Gómez Ochoa  
Publicación Digital

Mtra. Gabriela García Armenta  
Coordinadora de Diseño y Producción

Dra. Marcela E. Buitrón de la Torre  
Mtra. Montserrat Paola Hernández García  
Adriana Treviño Martín  
Jazmín Teresa Cabañas Cortez  
Gilberto Pérez Robles  
Diseño y Formación

Mtra. Mónica Elvira Gómez Ochoa  
Diseño de Portada

Tinta Negra Editores  
Corrección de Estilo

Mtro. Jaime Vielma Moreno  
Imagen de Portada

Comité Editorial de la Publicación

Dr. Miguel Ángel Herrera Batista  
Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco (México)

Mtro. Carlos Humberto Moreno Tamayo  
Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco (México)

Dr. Víctor Guijosa Fragoso  
Universidad Anáhuac, Norte (México)

DCG Manuel de la Cera Alonso y Parada  
Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco (México)

Mtro. José Luis Cárdenas Pérez  
Universidad Autónoma de Yucatán (México)

Dr. José Luis Crespo Fajardo  
Universidad de Cuenca (Ecuador)

Dra. Selene Marisol Martínez Ramírez  
Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Mtra. Paulina Lorena Castro Galarza  
Universidad de las Américas, Quito (Ecuador)

Mtra. Verónica Paola Rossado Espinoza  
Universidad Ricardo Palma (Perú)

Dra. Martha Tappan Velázquez  
Universidad Anáhuac, Norte (México)

En este primer semestre de 2020, un año que marcará para muchos el inicio de nuevos retos, de cambio de paradigmas, para muchos de nosotros la actividad docente resultó un salto al vacío, dado que nos vimos en la imperiosa necesidad de improvisar una educación a distancia, resolviendo tecnológicamente la impartición de nuestra cátedra sin tiempo, algunas veces, de poder aprender a profundidad las diferentes herramientas para el aprendizaje, resultando una experiencia llena de temor e incertidumbre.

La actividad como investigadores no fue muy diferente, considerando el tiempo que requiere la búsqueda en un océano informático y la complejidad que conlleva, en ocasiones, la comunicación hombre-máquina.

Y, a pesar de todo ello y la sensación de vulnerabilidad que hemos experimentado, rescatamos en nosotros la capacidad de adaptación y evolución.

Este número 13 será recordado porque, a pesar de la pandemia, el confinamiento, la incertidumbre y la zozobra, el mundo siguió adelante. La docencia y la investigación no se detuvieron, reforzando la importancia de apropiarse de las herramientas tecnológicas a favor de nuestro quehacer como docentes e investigadores.

La Dra. Selene Marisol Martínez Ramírez, en su artículo *Usabilidad de superficies interactivas en ambientes colaborativos*, relata el proceso y el resultado de su investigación dentro del campo de la interacción humano-máquina, busca sustentar cómo los criterios establecidos cambian cuando se usa en ambientes colaborativos, es así que propone y presenta los criterios encontrados como resultado de la observación y experimentación que llevó a cabo.

La Mtra. Mariel García Hernández y el Dr. Marco Antonio Marín Álvarez argumentan acerca de la importancia del diseño centrado en el usuario, basados en la propuesta de Jorge Frascara, quien plantea definiciones y teorías que destacan en la praxis del diseño de la información. En su artículo *El diseño de la información: una aproximación al diseño centrado en el usuario, un rediseño metodológico basado en la propuesta de Frascara*, la Mtra. García y el Dr. Marín proponen un reagrupamiento de las funciones esenciales de esta metodología, la cual consta de tres pasos, y concluyen, entre otras cosas, que el diseño de información encuentra su esencia al centrar todos sus esfuerzos en el reconocimiento de las necesidades y expectativas de información del usuario con respecto a cualquier proyecto de diseño de esta índole.

En el artículo *La realidad aumentada como experiencia de enseñanza-aprendizaje constructivista*, de la Dra. Paloma Rodríguez Valenzuela, se muestra un análisis comparativo de las diferentes herramientas que favorecen el aprendizaje constructivista; genera un estado de arte en las aplicaciones y proyectos realizados con la tecnología de la realidad aumentada (RA) dentro de la docencia, que puede contribuir al aprendizaje significativo y al aprendizaje activo que involucra a los estudiantes en construir el conocimiento a partir del contacto





con su entorno. La RA integra contenido digital con la realidad, objetos y escenarios reales a través de objetos simulados o virtuales, con los que el estudiante interactúa y es capaz de dirigir y asimilar el conocimiento, lo que favorece el aprendizaje constructivista.

El Dr. Francisco Platas López y el Dr. Santiago Osnaya Baltierra retoman el concepto de subsunción en torno a la esencia del diseño de los sistemas tecnológicos en su artículo titulado *Subsunción y diseño de nuevas tecnologías*; parten del uso de las ideas teóricas de Marx en cuanto a los términos de subsunción real y subsunción formal; plantean un acercamiento para explicar el desarrollo y empleo contemporáneo del término, y así proponer una salida en torno al debate sobre la interpretación de la locución para respuesta a la problemática de los tiempos actuales que se da en el ámbito de los diseños, particularmente en lo referente a su total “tecnologización”.

La Dra. María Teresa Olalde Ramos aborda, en su artículo *Percepción y pensamiento visual*, la importancia de la comprensión e interpretación desde la visualización de la información, ya que, a partir de lo visual, el cerebro construye conceptos perceptuales que permiten aprehender lo que vemos. Argumenta que la sociedad digital se mueve constantemente, la rapidez e inmediatez en el consumo de información se centra en el lenguaje textual icónico, en donde la mayor parte de la información que se recibe es a través de la vista; también comenta que la visualización de datos es una manera de transmitir conceptos que puede apoyarnos en el mejor entendimiento de la información.

Con un profundo agradecimiento, los integrantes del equipo editorial de la revista queremos reconocer el arduo y constante trabajo que realizó la Mtra. Adriana Acero Gutiérrez durante estos años como creadora y editora de la publicación. Asimismo, es un gusto compartirles que se logró la indexación en la plataforma EBSCO, como resultado del compromiso y el esfuerzo en la búsqueda de calidad en contenidos y, por supuesto, de la valiosa participación de cada uno de los miembros del equipo editorial, autores, dictaminadores y lectores de la revista, quienes decidieron confiar en este proyecto y ser partícipes del mismo.

Mónica E. Gómez Ochoa  
Editora  
Junio, 2020.





Imágenes de Freepik.com

## Usabilidad de superficies interactivas en ambientes colaborativos

### Usability of interactive surfaces in collaborative environments.

**Selene Marisol Martínez Ramírez.\*** Estudió la licenciatura en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Tiene Especialidad en Diseño Gráfico en el Área de hipermedios, Maestría en Diseño en el Área de Nuevas Tecnologías y Doctorado en Diseño en el Área de Visualización de la Información por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco. Actualmente es catedrática en la Facultad de Ciencias en la UNAM, la cual le otorgó una medalla por servicios académicos, es profesora a distancia de UTEL a nivel licenciatura y maestría e imparte materias en diversas maestrías de UNITEC. También ha colaborado con el equipo ESIE del ICAT-UNAM en el Diplomado *Innovación en la docencia universitaria* y forma parte del Comité de la revista *Tecnología & Diseño* de la UAM Azcapotzalco.

En la parte empresarial, ha realizado dirección de proyectos para evaluar la calidad y manejo de riesgos en diversos sistemas, además, trabaja en proyectos para la empresa Estrategas Digitales, diseñando cursos, actividades y evaluaciones para diversas materias a nivel bachillerato y licenciatura en las modalidades presencial, mixta y a distancia.

#### Resumen

Dentro del campo de la interacción humano-máquina existen diversos criterios y especificaciones para desarrollar interfaces usables que son utilizadas por una persona. Tomando como base los criterios de Scapin, D. y Bastien, J. (1997) esta investigación busca analizar y sustentar cómo estos criterios cambian en el escenario de que la interfaz se use en un ambiente colaborativo. Como resultado del trabajo se proponen modificaciones a cuatro de los criterios establecidos en superficies interactivas, para ser adecuados a su uso en ambientes colaborativos, de modo que aporten evidencia empírica sobre sus consecuencias a nivel cognitivo, semántico o perceptual.

**Palabras clave:** Diseño, superficies interactivas, ambientes colaborativos, usabilidad.

#### Abstract

Within the field of human-machine interaction there are various criteria and specifications for developing usable interfaces that are used by a person. Based on the criteria of Scapin, D. and Bastien, J. (1997), this research seeks to analyze and support how these criteria change in the scenario of the interface being used in a collaborative environment. As a result of the work, modifications are proposed to four of the criteria established in interactive surfaces, to be suitable for use in collaborative environments, so that they provide empirical evidence about their consequences at the cognitive, semantic or perceptual level.

**Key words:** Design, interactive surfaces, collaborative environments, usability.

## Introducción

La intención de dedicar más tiempo al diseño cuidadoso de la interfaz de cualquier superficie interactiva es lograr que su uso resulte una tarea más sencilla, menos complicada y menos frustrante para los usuarios.

Esta investigación se centra en la problemática de los sistemas multiusuario basados en superficies interactivas. Esto es, una superficie interactiva es un sistema que permite a una computadora procesar múltiples puntos de contacto y generar una respuesta coherente a todos ellos. Este tipo de superficies se ha hecho presente en un gran número de sistemas informáticos, con una variedad importante de tamaños y formatos: desde pequeñas (dispositivos móviles), medianas (pantallas de computadora), hasta grandes y muy grandes (televisiones, mesas, paredes, pisos, etcétera).

El objetivo general de esta investigación es “Proponer criterios de interacción para el diseño de interfaces en superficies interactivas bajo ambientes colaborativos” a partir de los ya existentes.

El problema de investigación que se desarrolla surge de las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué criterios permanecen válidos en el desarrollo de interfaces bajo una interacción unitaria, vs. aquellas diseñadas para trabajar en ambientes colaborativos?

- ¿Qué nuevos criterios se deben considerar para el desarrollo de superficies interactivas que van a ser utilizadas en ambientes colaborativos?

- ¿Es necesario realizar modificaciones a los criterios ergonómicos existentes al aplicarlos en superficies interactivas bajo ambientes colaborativos?

Los objetivos específicos quedan establecidos a partir de:

- Detectar aquellos aspectos propios del trabajo colaborativo efectuado en interfaces multiusuario que, como resultado de su carácter disruptivo, requieran de nuevos criterios o de adaptar los existentes, de modo que permitan evaluar de manera eficiente la usabilidad en este tipo de sistemas.
- Analizar los diferentes criterios, normas y lineamientos existentes, para determinar los más adecuados al caso de los sistemas multiusuario de apoyo al trabajo colaborativo a través de superficies interactivas.

El objetivo del artículo es presentar los criterios que se encontraron que pueden servir en el diseño de superficies interactivas en ambientes colaborativos.

## Marco teórico

La usabilidad era hasta hace unos pocos años un concepto que circulaba sólo en los documentos y ponencias de los investigadores del área de Interacción Humano-Computadora. En los años ochenta proliferaron los trabajos donde se investigaba la usabilidad de los programas de procesamiento de texto, o de los sistemas operativos. En los noventa la difusión acelerada de la red digital hizo que los investigadores extendieran sus análisis a la usabilidad de las interfaces de la web (Scolari, 2008).

En un *software* monousuario se puede identificar claramente un área de interacción (las barras de instrumentos, el menú superior y las paletas, entre otros) y un área de contenidos (o zona de trabajo). En una superficie multiusuario esto cambia, ya que la controlan varios usuarios al mismo tiempo y las acciones se realizan de manera simultánea.

Por otro lado, es importante mencionar que el uso indiscriminado de las nuevas tecnologías que tenemos a nuestro alcance, hoy puede tener al menos dos consecuencias graves:

1. Realizar sistemas pensando que la tecnología por sí sola es suficientemente poderosa para resolver cualquier problema de comunicación con los usuarios;
2. Desarrollar sistemas con las técnicas o tecnologías más nuevas, sin tener definido cuál es el usuario, su tarea y el contexto en el que se utilizará dicho sistema.

Ahora bien, para saber qué aplicar en interfaces que involucren una interacción colaborativa, se propone investigar sobre los aspectos que tienen impacto en la usabilidad de las superficies interactivas, y de esta manera recoger información que ayude a establecer criterios, guías y herramientas para desarrollar superficies usables. Además, esta investigación será de gran utilidad para entender con mayor precisión lo que pasa de frente a la pantalla interactiva, guardando gran relevancia porque, como menciona NUIGroup,<sup>1</sup> las superficies multiusuario no sólo se encuentran en los laboratorios, sino en salas de estudio, salones y hasta en la cocina.

Sajeev (2010) define a las superficies interactivas como una interfaz de usuario en la que elementos tradicionales de interacción (teclado y ratón) son sustituidos por una pantalla sensible al tacto (ver Figura 1), capaz de reconocer uno o varios puntos de contacto del usuario con la superficie y de interpretar gestos del usuario (como el agrandar la información proyectada al separar los dedos). El mismo autor propone, como una de sus características principales, su gran formato (30" o más de tamaño), así como la posibilidad de que los diversos puntos de contacto provengan de uno o

varios usuarios, abriendo la posibilidad de que sea uno o varios usuarios los que interactúen con el sistema, utilizando estrategias grupales del mundo real, y cambiando la manera de usar la computadora para explorar, aprender, compartir, crear, comprar y mucho más.

Esta investigación resulta de gran importancia debido a que en México ya se están utilizando superficies interactivas, en programas de televisión, videojuegos, educación, etcétera, sin que exista suficiente información acerca del tema, además de que presenta una utilidad mayor al entender con precisión lo que pasa de frente a la pantalla interactiva, guardando gran relevancia porque, como menciona NUIGroup, las superficies interactivas no sólo se encuentran en los laboratorios sino en salas de estudio, salones, áreas recreativas y hasta en la cocina. En el mundo ya se están utilizando superficies interactivas en diversos dispositivos de comunicación y no existe suficiente evidencia empírica sobre sus consecuencias a nivel cognitivo, semántico o perceptual; por tanto, es importante generar aspectos teóricos de apoyo.

Además, como menciona García (2007):

Hoy por hoy se hace necesaria la generación de nuevos procesos, artefactos o servicios nunca antes vistos, con el fin de apoyar el desarrollo de una organización y satisfacer demandas presentes o mejorar la realización de actividades en beneficio de la sociedad, por lo que es urgente innovar, es apremiante responder a las condiciones nuevas que demanda el entorno. El acelerado desarrollo tecnológico, el persistente avance de la competencia actual y la numerosa y variada información disponible destacan y, a la vez, apoyan la urgencia de incorporarse en el desarrollo de innovaciones. El atraso que presenta el país en relación con la ciencia y la tecnología que poseen otras naciones es evidente, esperar más tiempo es un tanto suicida, sobretodo en una época en la que la competencia es voraz e implacable.

Respondiendo a lo anterior, la investigación plantea como objetivo principal evaluar algunos de los criterios ergonómicos de interacción propuestos por Scapin y Bastien (1997), para el desarrollo de interfaces usables bajo interacción colaborativa, con apoyo de las ya existentes. De manera más específica establece la necesidad de redefinir algunos criterios para aplicarlos a superficies interactivas bajo un ambiente colaborativo.



Figura 1. Mesa interactiva SUR40. TICbeat (2016).

## Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo

Existen diferencias entre el trabajo individual y el colaborativo. Benavides, C. (2014) menciona las siguientes:

Trabajo individual	Trabajo colaborativo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario trabaja solo</li> <li>• Busca sus propios objetivos</li> <li>• La responsabilidad no se comparte</li> <li>• El usuario define su tiempo de trabajo</li> <li>• Tiene metas propias</li> <li>• Desarrolla sus propias habilidades y talentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se promueve la discusión y el diálogo</li> <li>• Se desarrollan habilidades y talentos al compartir información</li> <li>• Permite la toma de decisiones y el análisis de diferentes opiniones</li> <li>• Estimula la solidaridad</li> <li>• La responsabilidad es individual y colectiva</li> <li>• Se trabaja para llegar a una meta en común</li> <li>• Propicia la generación de conocimiento</li> </ul>

Cuadro 1. Diferencias entre trabajo individual y trabajo colaborativo (Benavides, 2014).

## Características de los espacios colaborativos

Gamboa, F. (2015) menciona en su trabajo:

El diseño de espacios colaborativos debe de procurar dar las condiciones que permitan que todos los participantes puedan expresarse y proponer los elementos que consideren pertinentes para la tarea que se quiere resolver, comparar estos elementos con los propuestos por sus compañeros y analizar similitudes, diferencias y desencuentros.

Con base en ello define cuatro características principales para ellos:

1. Áreas de solución compartida: hace una distinción importante en cuanto a las zonas de trabajo a las que un usuario tiene acceso.
2. Control distribuido: se refiere a que todos los participantes en el ejercicio cuentan con los mecanismos que les permitan interactuar con el sistema.
3. Interfaces omnidireccionales: en los espacios colaborativos interactivos cambia el principio con el que se diseñan los sistemas interactivos que sólo tienen un usuario frente al sistema, ya que, en los espacios colaborativos, son varias personas las que se encuentran dispuestas alrededor de un dispositivo, de forma que orientaciones básicas como arriba y abajo, izquierda y derecha, dejan de tener sentido, pues todo depende en dónde se encuentre el usuario.

4. Interfaces en escala humana: se propone que las proyecciones sean a escala, que permitan a todos los participantes ubicarse alrededor del espacio colaborativo de manera cómoda y como mejor sirva a la dinámica del grupo.

Con base en estas cuatro características se revisaron los criterios ergonómicos sobre su uso en el contexto de sistemas multiusuario instrumentados a través de superficies interactivas.

"... se evaluó la Superficie Interactiva (SI) *Laboratorio musical*, usando dos técnicas: evaluación con usuarios y evaluación con expertos."



## Materiales y métodos

Para la selección de criterios se evaluó la Superficie Interactiva (SI) *Laboratorio musical*, usando dos técnicas: evaluación con usuarios y evaluación con expertos.

Se organizaron sesiones mixtas con usuarios y expertos. Se formaron grupos de tres o cuatro usuarios para solicitarles que realizaran tareas específicas en la SI; en cuanto a la labor del experto, consistió en observar el comportamiento de los usuarios.

En las pruebas con usuarios se utilizaron tres cámaras para tomar varios ángulos durante las pruebas; participaron dos observadores; un monitor, que es la persona que solicitó las tareas al grupo de usuarios; una persona que se hacía cargo de los niños una vez terminadas las pruebas, y una persona que aplicaba el cuestionario de perfil de usuario.

Se utilizó una pantalla plana con sensores infrarrojos en la que era posible controlar el brillo de la proyección; además, el usuario encontró cuatro guitarras y una consola de DJ digital para participar en la sesión de grabación.

Las siguientes imágenes muestran la instalación que se realizó para las pruebas con usuarios, donde se marcaron cinco lugares para los participantes en la sesión:

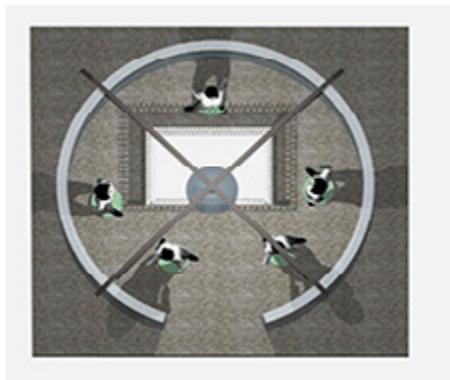


Figura 2. Vista superior con la asignación de lugares (ESIE, 2012).

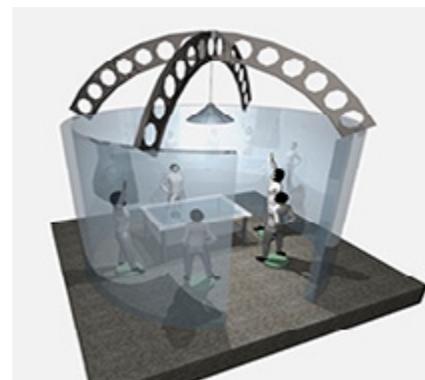


Figura 3. Asignación de lugares y ubicación de la superficie interactiva (ESIE, 2012).

## Etapas del diseño de la investigación

- Investigación documental y de campo
- Desarrollo del marco teórico de la investigación
- Definición del problema
- Análisis de los criterios
- Generación de un instrumento para verificar los criterios propuestos
- Desarrollo de una propuesta de nuevos criterios
- Probar los criterios seleccionados en una interfaz de superficie interactiva en un ambiente colaborativo
- Aplicación del instrumento, análisis, validación e interpretación de resultados

La investigación que se realiza utiliza la metodología propuesta por Fernando García Córdoba (2007), titulada *La investigación tecnológica*, y también es de corte experimental, según lo mencionan Hernández *et al.* (2006). *La investigación tecnológica* se ha considerado debido a que ésta tiene como fin obtener un conocimiento para lograr modificar la realidad en estudio, vinculando a la investigación y la transformación.

Establece también que las etapas del proceso determinan la observación, el problema, la documentación necesaria, la necesidad de reflexión, la elaboración del proyecto de intervención, la valoración del mismo, la comunicación, la implementación, el seguimiento y la evaluación.

El método de desarrollo propuesto retoma, en primer lugar, el conocimiento de los criterios que se aplican en la interacción unitaria para posteriormente seleccionar los criterios a evaluar en las superficies interactivas, tomando como caso de estudio al *Laboratorio Musical*. Se realizaron pruebas de usabilidad para verificar la pertinencia de las modificaciones propuestas a los criterios de Scapin y Bastien (1997), al tomarse en cuenta para el desarrollo de interfaces de superficies interactivas con interacción colaborativa.

En relación con el concepto de usabilidad, se deberán hacer pruebas con grupos de usuarios para verificar si la introducción de criterios que toman en cuenta aspectos como la orientación, la distancia y la administración de las tareas ayudan o mejoran la interfaz para una interacción de varios usuarios simultáneamente, en tiempo, sobre la superficie interactiva.

Finalmente, los resultados que arrojen los grupos de control podrán servir como apoyo a los diseñadores que se interesen en el desarrollo de interfaces usables para superficies interactivas.

El universo de estudio tiene las siguientes características:

- El perfil de los niños era sexo femenino y masculino, de escuelas privadas de Coyoacán, Ajusco y Xochimilco, con experiencia en uso de computadoras y videojuegos.
- Niños de 7 a 11 años, de escuelas primarias en la Ciudad de México, que tengan experiencia en el uso de alguna superficie interactiva.
- Aplicación del *Laboratorio Musical* en el laboratorio de usabilidad del CCADET.
- Se realizarán pruebas de usabilidad, debido a que estas pruebas arrojan resultados cualitativos y cuantitativos, lo cuales son necesarios en la presente investigación.

En el presente documento se muestra el instrumento usado con expertos y los instrumentos que se utilizaron con los usuarios (ver Anexos I y II).

Posteriormente se recopilaron y analizaron los videos y cuestionarios aplicados.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la superficie interactiva utilizada en esta investigación.



Figura 4. Superficie interactiva *Laboratorio Musical* (Fuente: Fotografía tomada por la autora del artículo, 20 de abril de 2015).



Figura 5. Interfaz de selección de género. (Fuente: Fotografía tomada por la autora del artículo, 20 de abril de 2015).

Es importante mencionar, que por lo delicado que es trabajar con los niños, se elaboró un documento para contar con el consentimiento informado de los padres de los niños que participarían en la prueba con usuarios, y los padres llevaban a los niños al laboratorio de usabilidad y los esperaban hasta que salieran (ver Anexo III).

Se utilizó el mismo protocolo de bienvenida y los tres instrumentos que en el prototipo A: cuestionario de perfil de usuario, cuestionario de tareas, cuestionario de salida.

El **protocolo de bienvenida** se usa para que una persona denominada “monitor” se presente con ellos, les explique a los usuarios para qué se les citó y les describa lo que pasará en la sesión (ver Anexo II).

El **cuestionario de perfil** constó de seis preguntas y se diseñó para verificar que los usuarios que participaran en la prueba fueran usuarios tipo, por lo que se incluyeron los siguientes datos: edad, grado escolar, si visita museos, experiencia en tecnología (ver Anexo II).

El **cuestionario de tareas** estaba formado por once preguntas y se diseñó para hacer que todos los usuarios participaran en la actividad colaborativa (ver Anexo II.)

El **cuestionario de salida** estuvo constituido por siete preguntas y se diseñó para obtener la opinión del usuario después de haber utilizado la aplicación. Esta información es muy útil para tomar en cuenta las sugerencias del usuario en versiones posteriores de la aplicación (ver Anexo II).



## Resultados

Antes de aplicar los criterios ergonómicos Incitación, Acciones explícitas y legibilidad a la superficie interactiva probada.

### Prototipo A

Para poder probar los criterios propuestos se realizaron pruebas con la superficie interactiva que no tomaba en cuenta los criterios, y posteriormente a la misma superficie se le hicieron modificaciones con los criterios seleccionados.



Figura 6. Interfaz de pruebas, prototipo A (ESIE, 2012).

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron con usuarios y expertos, los problemas del Prototipo A fueron resueltos.

Al no utilizar láseres se eliminó el problema de la recalibración de láseres y del corrimiento de proyección de las acciones del usuario. En la aplicación *Laboratorio Musical* se usó una pantalla de 42" como SI; ya no hubo problema de brillo ya que este tipo de superficie permite ajustar el brillo de la pantalla a la luz del contexto de uso. En el Cuadro 2 se comenta qué pasó en el Prototipo B con respecto a los problemas que se tenían en el Prototipo A.



Problema del Prototipo A	Comentarios del Prototipo B
<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunos usuarios no pudieron seleccionar cualquier elemento de la interfaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el Prototipo B, todos los usuarios podían alcanzar los elementos presentados en la interfaz, por lo que se puede decir que el problema fue resuelto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunos usuarios no distinguían su participación en la interfaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los usuarios pudieron distinguir su participación en la interfaz, ya sea con guitarra o consola.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hubo que decirles qué elementos de la interfaz les correspondían</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hubo necesidad de decirles que tenían que tocar la pantalla para iniciar la actividad. Además pudieron identificar qué guitarra les correspondía.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunos elementos de la interfaz no eran claros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los elementos de la interfaz fueron identificados claramente por los usuarios.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>No pudieron identificar algunos elementos en la interfaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los usuarios identificaron dentro de la SI el área de la consola y las guitarras fácilmente.</li> </ul>

Cuadro 2. Resultado de problemas del Prototipo A después de aplicar los criterios ergonómicos seleccionados.

Después de aplicar los criterios ergonómicos Incitación, Acciones explícitas y legibilidad a la superficie interactiva probada.

#### Prototipo B

Esta interfaz también cambió considerablemente, la consola ahora cuenta con botones de diferentes tipos y colores, además de otros elementos, como el disco y los potenciómetros deslizables.



Figura 7. Interfaz de selección de sonido (Martínez, S. 2013).

## Observaciones de las pruebas realizadas en el segundo prototipo

Aparecieron dos nuevos problemas durante las pruebas al Prototipo B: el primer problema fue que durante la actividad dos guitarras fallaron y el segundo problema fue que una usuaria no pudo participar de la actividad por ser zurda.

El primer problema se resolvió cambiando la guitarra al usuario, y en cuanto al segundo problema se propone contemplar a los usuarios zurdos en una siguiente versión de la *SI Laboratorio Musical*.

## Conclusiones

El trabajo de investigación que ha dado origen a este proyecto permitió observar lo siguiente:

- Existen limitantes en el resultado que se obtiene del trabajo en grupo, ya que depende de lo que cada individuo sabe y de lo que trabajan durante el tiempo que dura la actividad colaborativa.
- Es necesario continuar haciendo pruebas en otras superficies interactivas para seguir probando los criterios y detectar otros elementos que ayuden a los usuarios en el desarrollo de sus actividades.
- En las pruebas realizadas con usuarios, se pudo observar que este tipo de tecnología permite la discusión, comunicación e interacción entre un grupo de usuarios que realizan una tarea en común.

Este tipo de actividades ayuda a que lugares como las escuelas, empresas o museos, por mencionar algunos, fomenten las relaciones sociales en los seres humanos, situación que es necesaria en la actualidad, debido a la individualidad que pueden generar tecnologías como los dispositivos móviles.

Es importante mencionar que el uso de estas superficies interactivas queda limitado, debido al costo de las mismas, lo cual hace que sólo las puedan adquirir las universidades, los museos, las escuelas o las empresas. Se propone realizar más aplicaciones para superficies interactivas y acercarlas a la sociedad para disminuir la brecha digital.

Actualmente la accesibilidad tiene un papel fundamental en el diseño de interfaces, porque permite acercar la tecnología a diferentes tipos de usuarios.

Se sugiere desarrollar superficies interactivas con las siguientes características:

- Para usuarios con problemas de lenguaje
- Para usuarios con problemas de aprendizaje
- Para usuarios con síndrome de Down
- Para juntas de trabajo
- Para tocar instrumentos
- Para prácticas de química y biología

Por otro lado, se sugiere la implementación de aplicaciones para dispositivos móviles que apoyen las actividades a distancia de manera colaborativa para los tipos de usuario mencionados anteriormente.

## Anexos

### Anexo I

Cuestionario aplicado a expertos utilizado en la investigación.

Grupo: \_\_\_\_\_

- 1.- Los usuarios pueden visualizar la aplicación desde su lugar  
Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Ni en acuerdo ni en desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo
- 2.- Los usuarios pueden seleccionar cualquier elemento de la pantalla desde el lugar donde se encuentran  
Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Ni en acuerdo ni en desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo
- 3.- El usuario puede realizar la tarea asignada desde su lugar  
Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Ni en acuerdo ni en desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo
- 4.- Los elementos que tiene que usar de acuerdo a su instrumento los identifica fácilmente  
Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Ni en acuerdo ni en desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo
- 5.- El usuario identifica claramente que se generó un error  
Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Ni en acuerdo ni en desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo
- 6.- El agrupar los elementos de los instrumentos permite que los usuarios puedan localizarlos fácilmente  
Totalmente en desacuerdo    En desacuerdo    Ni en acuerdo ni en desacuerdo    De acuerdo    Totalmente de acuerdo

GRACIAS

Instrumento 1. Cuestionario para expertos.

### Anexo II

Instrumentos aplicados a los usuarios en este proyecto.

Grupo:                      Usuario:  
Edad:                      Grado escolar:

- 1.- ¿Escuela pública o privada?
- 2.- ¿Visitas museos?
- 3.- ¿Cuál fue el último museo que visitaste?
- 4.- Tacha los dispositivos que utilizas en la siguiente lista:

Computadora              Laptop              Celular              Tableta o Ipad

Otro: \_\_\_\_\_

- 5.- ¿Juegas videojuegos?, ¿cuáles?
- 6.- ¿Cuánto tiempo juegas a la semana?

GRACIAS

Instrumento 2. Cuestionario de perfil de usuario.

Grupo:

Protocolo de bienvenida

Aplicación “Laboratorio Musical”

Buenos días, mi nombre es \_\_\_\_\_ y estaré con ustedes en esta sesión.

Permítanme explicarles por qué están aquí.

Estamos probando el prototipo de una aplicación para un museo llamada “Laboratorio musical”

Es importante enfatizar que el que será evaluado es el prototipo y no ustedes, por ello les pedimos que actúen con naturalidad.

Se les pedirá que realicen algunas tareas, la sesión consiste en que ustedes describan en voz alta sus acciones, así como cualquier opinión que tengan, ya que esto será de mucha ayuda para nosotros.

Una vez comenzada la sesión siéntanse en total libertad de hacer cualquier pregunta.

¿Tienen alguna duda?

### **Tareas de usuario**

Ir tachando las actividades realizadas con el fin de no perderse durante la prueba. NO se realizará ninguna actividad si antes no ha concluido la anterior (a menos que se le instruya lo contrario).

### **Pantalla de selección de género**

#### **Sin tocar la pantalla**

- 1.- ¿Nos pueden decir qué ven en esta pantalla?
- 2.- ¿Para qué creen que sirven los elementos de la pantalla?

#### **Ya pueden tocar la pantalla**

- 3.- Pueden escoger Pop
- 4.- Su grupo va a tocar \_\_\_\_\_, pueden escogerlo
- 5.- Pueden iniciar el juego, por favor iníciénlo

### **Pantalla elección de instrumento**

- 6.- ¿Nos pueden decir qué ven en esta pantalla?
- 7.- Los que estén enfrente de las guitarras, tomen una y pruébenla. El que está enfrente a la consola, ¿puede probar los botones por favor?

#### **Sin tocar la pantalla**

- 8.- ¿Pueden decirnos para qué creen que sirven los botones guitarras en la pantalla?
- 9.- ¿Pueden decirnos para qué crees sirven los botones de la consola?
- 10.- Los que tienen guitarra, ¿pueden elegir una por favor?
- 11.- Bien, ahora que todos están listos pueden comenzar a tocar.

Es todo muchas GRACIAS

Grupo:                    Usuario:  
Edad:                     Grado escolar:

Las siguientes preguntas se refieren a la aplicación que acabas de usar "A qué suena la vida"

- 1.- ¿Volverías a jugarlo?
- 2.- ¿Se te hizo difícil jugar?
- 3.- ¿Se te hizo divertido el Laboratorio Musical?
- 4.- ¿Los dibujos son bonitos o feos?
- 5.- ¿Te gustó la música?
- 6.- ¿Qué sentiste al usarla con tus compañeros?
- 7.- ¿Tuviste algún problema al usarla en equipo? ¿Cuál?

GRACIAS

Instrumento 4. Cuestionario de salida.

### Anexo III.

A continuación, se presenta el consentimiento informado que se les entregó a los padres para que firmaran la autorización de sus hijos.



México, D.F., a 01 de abril de 2013

A quien corresponda:

Por medio de la presente me permito solicitar el apoyo de su hijo(a) para realizar pruebas de usuario a la aplicación *Laboratorio Musical* desarrollada en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico *CCADET* perteneciente a la UNAM, la prueba consiste en que de cuatro a cinco niños estén jugando al mismo tiempo en la aplicación apretando botones y tocando guitarras para generar una composición musical, las pruebas duran aproximadamente 30 minutos, estas pruebas las hago con la intención de probar criterios de diseño de interfaz en una superficie táctil de manera colaborativa ya que es parte de mi tesis doctoral. Las pruebas se llevarán a cabo en el CCADET el 4 y 5 de abril del 2013, en un horario matutino pero la hora exacta está por confirmar.

Agradeceré mucho el apoyo que me puedan dar sus hijos, es importante mencionar que los padres pueden ir a la prueba con sus hijos para que estén más tranquilos y pueden estar observándolos. Si autorizan la participación del niño(a) les pido por favor me llenen los datos que se encuentran abajo del presente documento.

**GRACIAS**

Nombre del niño(a):

Edad:

Grado escolar:

Nombre y firma del responsable del niño:

Atentamente

M. en D. Selene Marisol Martínez Ramírez

Especialista en Hipermedios

Profesor de Asignatura, Facultad de Ciencias UNAM

## Notas

- 1 NUIGroup: Comunidad Mundial de Investigación Centrada en las Interfaces de Usuario Naturales.

## Referencias

- Cooper, et al (2007). *About Face 3. The Essentials of Interaction Design (Paperback)*. Indianapolis. Wiley.
- Benavides, C. (2014). *Trabajo individual vs trabajo colaborativo*. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/CJBM1994/trabajo-individual-vs-trabajocolaborativo>
- García (2007). *La investigación tecnológica*. 2a. ed. México. Limusa.
- Gamboa (2009). *Descripción de LEGO-DOCS*. Plática CCADET UNAM
- Gamboa, F. (2015) *Diseño de espacios colaborativos interactivos para el aprendizaje*, en 'La educación a distancia en México: Una nueva realidad universitaria'. Judith Zubieta y Claudio Rama (Eds.). México. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM.
- Hernández et al. (2006). *Metodología de la Investigación*. 4a. ed. Mc Graw Hill, Cap. 3.
- Mendoza (2001). *Metodología para el desarrollo de software educativo multimedia*. Tesis. México. UNAM.
- Mercovich (2008). *Ponencia sobre diseño de Interfaces y Usabilidad*. Cómo hacer productos más útiles, eficientes y seductores. Recuperado el 14 septiembre 2011, de: <http://www.gaiasur.com.ar/infoteca/siggraph99/disenio-de-interfases-y-usabilidad.html>
- Mercovich (2009). *Diseño centrado en el usuario: interacción, interfaces y usabilidad*. Recuperado el 14 septiembre 2011, de: <http://www.gaiasur.com.ar/infoteca/dcu-2002/dcu-2002.swf>
- Roschelle y Teasley (1995). *The construction of shared knowledge in collaborative problem solving*. O'Malley, C. (Ed.) Computer-supported collaborative learning (pp69-97). Heidelberg. Springer-Verlag.
- Sánchez (2011). *Superficies interactivas como apoyo al trabajo colaborativo en el aula primaria*. Reporte de Trabajo CCADET, UNAM
- Sajeev, C. (2010). *Surface computing*. Recuperado de: <http://dspace.cusat.ac.in/jspui/bitstream/123456789/2226/1/SURFACE%20COMPUTIN%20G.pdf>
- Scapin y Bastien (1997). *Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems*. Behaviour & Information Technology (pp 220–231). 16.
- Scolari (2008). *La macdonalización de las interfaces (1)*. Las reglas áureas de la página web: 80/20. Recuperado el 28 mayo 2009, de: <http://www.faberludens.com.br/pt-br/node/78>



Ilustración:  
Gilberto Pérez Robles



## El diseño de la información: una aproximación al diseño centrado en el usuario, un rediseño metodológico basado en la propuesta de Frascara

### Information design: a centered user design approach, a methodological redesign based on Frascara's proposal

**Maríel García Hernández.\*** Estudia el doctorado en Diseño y Visualización de la Información, en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Es especialista en Producción Editorial, Maestra en Diseño de Información por la Universidad de las Américas Puebla y licenciada en Diseño y Producción Publicitaria por la Universidad Popular Autónoma de Puebla. Ha desarrollado varios proyectos de investigación en diseño enfocado y centrado en el usuario; dentro ellos destacan temas de impacto social. Es catedrática en la Universidad de las Américas Puebla en el departamento de Diseño de Información. Diseñadora editorial del Journal Studies in Gothic Fiction para Cardiff University Press. Actualmente ejerce el diseño y la visualización de información en su firma de diseño Mineff.

**Marco Antonio Marín Álvarez.\*\*** Licenciado en Diseño de la Comunicación Gráfica por la Universidad Autónoma Metropolitana, Maestro en Administración con Especialidad en Comercialización Estratégica por la Universidad del Valle de México y Doctor en Diseño por la Universidad Autónoma Metropolitana. Es profesor-investigador adscrito al Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la UAM-Azcapotzalco de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. Áreas de interés en semiótica, hermenéutica e imagen fotográfica.

#### Resumen

El presente artículo tiene como finalidad hacer énfasis en la importancia del diseño centrado en el usuario, particularmente en la relación de la forma y el contexto en que éste se inserta, desde la perspectiva metodológica de Nöel y Frascara (2012) aplicada para el diseño de la información. En este documento se hacen planteamientos teóricos y definiciones diversas que destacan especialmente por su utilidad, sus usos y alcances en la praxis misma del diseño de la información.

Asimismo, sin trastocar la metodología de Jorge Frascara, proponemos un reagrupamiento de las funciones esenciales de ésta, las cuales consisten en tres grupos: planeación de la acción; ejecución del diseño y revisión, y evaluación y modificación, apoyándonos en una estructura administrativa, misma que puede resultar de utilidad para los estudiantes y profesionales del diseño en cualesquiera de sus áreas.

#### Abstract

The purpose of this article is to make a relevant emphasis on the importance of user centered design, particularly in relation to the form and context in which it is inserted, from the methodological perspective of Nöel and Frascara (2012) applied to information design. This document uses theoretical approaches and different definitions, which stand out especially for their usefulness, their uses and their scope in the practice itself in the design of the information.

Likewise, without disrupting Jorge Frascara's methodology, we propose a regrouping of its essential functions which consist of three groups, action planning, design execution and review, and evaluation and modification, based on an administrative structure, which can be useful for students and design professionals in any of its areas.

**Palabras clave:** Diseño, información, usuario, metodología.

**Keywords:** Design, information, user, methodology.

Universidad de las Américas Puebla. Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, C.P. 72810, San Andrés Cholula, Puebla.

\*maríel.garciahernandez@gmail.com

Universidad Autónoma Metropolitana, Azc., Av. San Pablo núm. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Alcaldía Azcapotzalco, CDMX.

\*\*marma@azc.uam.mx

## Introducción

A finales de la década de los cuarenta del siglo pasado, el término “diseño de la información” comenzó a ser empleado en Estados Unidos de América, y hasta finales de los setenta fue usado en Reino Unido, tal y como lo menciona Points (2011). A pesar de que este concepto es perfilado dentro de otras disciplinas –por ejemplo, en la Arquitectura de información–, aún no está claro cuáles fueron los orígenes del diseño de la información, no obstante, Points atribuye sus inicios al diseñador Ladislav Sutnar, quien empleó el uso de los paréntesis ( ) para separar las cifras pertenecientes al código de área de la telefonía local. Visocky O’Grady (2008) argumenta en Points lo siguiente:

Con esta sencilla pero altamente funcional acción de diseño, Sutnar demostró la importancia de la funcionalidad sobre la estética en proyectos de diseño y la necesidad de entender, analizar y organizar la información para poder alcanzar una solución efectiva.

Si éste fue el inicio del diseño de la información tal y como lo conocemos (como lo plantea Points), entonces podemos argumentar que nace de la necesidad de los seres humanos de transmitir información a través diversos elementos gráficos que sean fáciles de leer y entender.

## Definición de diseño de la información

El diseño de la información es definido por Horn (2011:15) como “arte y ciencia de preparar la información para que pueda ser utilizada por los seres humanos de una forma eficiente y efectiva”. Por su parte, Shedroff (1994:15) establece que “el diseño de información trata con la organización y presentación de datos; se ocupa de su transformación a información valiosa y significativa”.

A su vez, el International Institute for Information Design (2007) define al diseño de la información como:

Algo que implica la definición, la planificación y la organización del contenido de un mensaje y del contenido de un mensaje y de los contextos, en que sea presentado, con la intención de alcanzar objetivos específicos relativos a las necesidades de los usuarios.

De acuerdo con lo que argumenta Frascara (2011), el diseño de información tiene el objetivo de crear artefactos de comunicación efectivos, a través de facilitar el proceso de percepción, lectura, comprensión, memorización y el uso de la información presentada en éstos.

Es el mismo Jorge Frascara quien señala las áreas de trabajo en las que el diseño de información participa (ver figura 1):

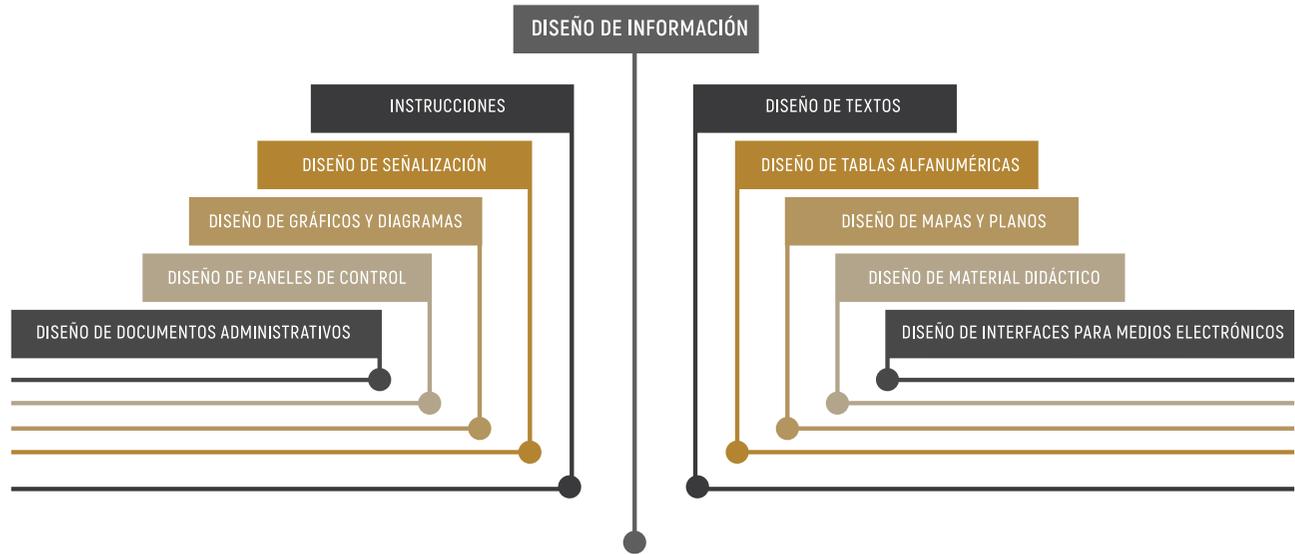


Figura 1. Áreas de trabajo en el que el diseño de información participa, de acuerdo a Frascara (2011), e interpretado y rediseñado por Mariel García Hernández.

- **Diseño de textos:** técnicos, manuales de instrucciones, libros escolares y documentos científicos.
- **Diseño de tablas alfanuméricas:** horarios, directorios, balances, etcétera.
- **Diseño de gráficos y diagramas:** infografías, visualización de información abstracta y cuantitativa, entre otras.
- **Diseño de material didáctico:** información en láminas, murales e ilustraciones informativas en libros.
- **Diseño de documentos administrativos:** boletos, formularios y entradas.
- **Instrucciones:** de medicamentos, electrodomésticos, productos electrónicos, reglas del juego, etcétera.
- **Diseño de paneles de control:** sistemas de sonido, cabinas de comando, etcétera.
- **Diseño de señalización:** símbolos, carteles, señales y sistemas.
- **Diseño de mapas y planos.**
- **Diseño de interfaces para medios electrónicos.**

# Diseño de la información y el diseño centrado en el usuario

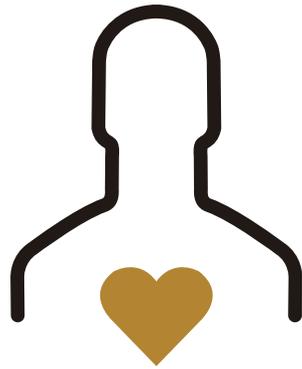
Con respecto al diseño de la información, Jorge Frascara (2011:23) propone que “...[éste debe ser] ético, porque se basa en el reconocimiento del ‘otro’ como diferente y respetable en su diferencia”, asimismo, plantea que encuentra su eje en el diseño centrado en el usuario, ya que al argumentar que el diseño de información reconoce al ‘otro’ como diferente, necesariamente está obligado a pensar y considerar las necesidades del usuario, ubicándolo como el ‘otro’, a suponer la aceptación de éste como diferente, independiente del diseñador, al tener pensamientos, opiniones, gustos y preferencias que difieren del propio realizador. Por lo tanto, la efectividad de los proyectos de diseño de la información, dependen en gran medida de su adecuación al usuario, a sus necesidades, usos, formas y preferencias, independientemente de la propia información.

Fue durante la Segunda Guerra Mundial cuando los estudios concernientes al diseño centrado en el usuario comenzaron a despuntar con el libro *Research Techniques in Human Engineering*, de Alphonse Chapanins, publicado en el año de 1959, extendiéndose a un plano cognitivo, emotivo y cultural. Hoy en día el diseño centrado en el usuario, además de abarcar y satisfacer sus necesidades de información, busca su bienestar;<sup>1</sup> a modo de ejemplo, cuando el diseño de información interviene en un entorno urbano, desarrollando señalética que facilite el acceso a estaciones o paradas de autobús, los diseñadores deben descifrar códigos de audiencia; esas señales, que son parte de la vida diaria de los ciudadanos, a su vez, deben ser visibles para que éstos reconozcan las características de los lugares y puedan elegir un destino para llegar a su trabajo o a sus hogares.

Para el diseñador de la información visual es importante comprender el contexto en el que se desarrollará el proyecto, además del perfil del usuario y sus respectivas necesidades de uso considerando el producto de diseño a desarrollar (ver figura 2).

De este modo, el diseño de información debe centrarse en el usuario; en este sentido, Frascara (2015) se refiere a reconocer al “otro”. Sin embargo, ahondando aún más en el tema, podemos argumentar que el diseño centrado en el usuario se basa en el conocimiento de ergonomía y usabilidad para encontrar sus necesidades. Al respecto, Johnson, Johnson y Zhang (2005:76) sostienen que el diseño centrado en el usuario “se basa en la ciencia cognitiva, la psicología y la informática para hacer que los sistemas de información sean más útiles y fáciles de usar”.

El diseño centrado en el usuario aborda el desarrollo de objetos de diseño enfocados en las necesidades e intereses de los usuarios, con la aplicación de criterios ergonómicos y conocimiento de las técnicas de usabilidad. Este enfoque aumenta la efectividad, mejora el bienestar del usuario, la accesibilidad y la sostenibilidad, además de tomar en cuenta los diferentes efectos que dichos objetos pueden reflejar en la salud, la seguridad y el rendimiento del ser humano.



ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y PSICOGRÁFICOS

- Sexo.
- Nivel socioeconómico.
- Edad.
- Escolaridad.
- Situación geográfica.
- Costumbres.
- Creencias.
- Preferencias y estilo de vida.

USOS Y COSTUMBRES

- Contexto de uso.
- Expectativas de uso.
- Formas de uso.
- Necesidades de información.

Figura 2. Perfil del usuario y sus respectivas necesidades de uso considerando el producto de diseño a desarrollar, según Frascara (2000), e interpretado y rediseñado por Mariel García Hernández.

## La metodología en el proceso de diseño de información

Uno de los grandes beneficios del diseño de la información es valerse de métodos objetivos para evaluar la eficacia de sus productos. Frascara (2011) argumenta que tales métodos son objetivos porque miden conductas observables y cuantificables, como el tiempo de lectura y de navegación en el objeto de diseño, la cantidad de información recordada o cualquier objetivo de diseño que requiera cubrir. Dichos objetivos deben ser medibles (medibles) y conseguibles (viables y factibles), de tal forma que el diseñador de la información pueda mediar la eficacia del rendimiento del objeto de diseño a desarrollar.

Un proyecto para el diseño de la información utiliza métodos de investigación y métodos de diseño. En cuanto a los métodos de investigación, “éstos tienen como objetivo estudiar un problema para generar conocimiento” (Frascara, 2011:14); cuando nos referimos a los métodos de diseño, se puntualiza en las maneras de tomar decisiones sobre estrategias y las formas de implementarlas visual o gráficamente, según el mismo autor. Ambos métodos se complementan e integran para dar paso a soluciones de proyectos de diseño de información, a través de la toma de decisiones estratégicas argumentadas y respaldadas por la praxis propia de la investigación.

Nöel y Frascara (2012) proponen un proceso metodológico para el diseño de la información, en donde la investigación y el diseño se fusionan. Este proceso, que a continuación se describe, es la metodología más empleada en la actualidad para el desarrollo de cualquier producto de diseño de la información visual (ver figura 3).



Figura 3. Proceso de diseño de Nöel y Frascara (2000), interpretado y rediseñado por Mariel García Hernández.

1

### Contacto con el cliente

Se trata de la primera fase en la metodología. Durante este periodo se definen los requerimientos de diseño, el usuario del objeto de diseño a desarrollar, los límites y los alcances del proyecto. Esta etapa es muy importante, ya que también se define el calendario o ruta crítica de trabajo.

2

### Recolección de información

Una vez definidos los requerimientos, se hace énfasis en recopilar la información. Esta etapa es crítica, tanto para la toma de decisiones de diseño como para poder argumentar éstas ante el cliente. Es necesario identificar el periodo de tiempo que tomaría recopilar la información que el proyecto necesita. El conocimiento de los usuarios es la fuente más importante de información para identificar las necesidades y los problemas que guiarán el desarrollo propiamente del proyecto. Esta etapa da paso a perfilar el diseño centrado en el usuario.

3

### Estrategia de diseño

Esta fase implica el análisis de la información previamente recolectada. Con base en el análisis de lo recabado, se desarrolla la estrategia de diseño, tanto de los lineamientos visuales como los de comunicación y operativos.

# 4

## Prototipado

Una vez analizada la información y establecida la estrategia, se realiza el prototipo. Durante esta fase se desarrolla el primer diseño preliminar, que más adelante será modificado conforme a la retroalimentación que se obtendrá en la siguiente etapa.

# 5

## Evaluación

En esta fase se evalúa en qué medida funciona el prototipo y se identifican los aspectos a mejorar, conforme a los requerimientos de diseño definidos. Se pueden ocupar diversas técnicas de testeo o de prueba, como cuestionarios de percepción, memoria y preferencia, grupos focales<sup>2</sup> y entrevistas, entre otras. El uso de estas técnicas dependerá de la naturaleza y las necesidades de cada proyecto de diseño.

Las etapas de prototipado y evaluación se repiten cuantas veces sean viables y factibles, dentro de los alcances y limitaciones del mismo proyecto, hasta que se observa que no es posible, por el momento, hacer que el diseño tenga un mejor rendimiento.

# 6

## Rediseño

Con los resultados obtenidos en la etapa de evaluación, el diseño se ajusta o se modifica, buscando que el objeto de diseño a desarrollar cumpla con los requerimientos establecidos previamente.

Hasta este punto, el proceso de diseño propuesto por Noël y Frascara (2012) se centra en la parte de requerimientos técnicos y del proyecto en sí. Se puede argumentar que la parte medular se observa hasta la fase de rediseño, ya que todos los esfuerzos cognitivos realizados están dirigidos y centrados en las necesidades del usuario. Como se señaló, el diseño de la información se enfoca en el usuario, siendo la información sobre éste lo más relevante y esencial

para desarrollar un proyecto que tenga un rendimiento alto para satisfacer, de manera visual y gráfica, sus necesidades.

Posterior a la etapa de rediseño, dentro del mismo proceso, encontramos etapas que hacen énfasis en evaluar y monitorear el funcionamiento y rendimiento del proyecto de diseño de información en una escala real, en una relación clara, precisa y efectiva dentro de la forma-contexto de éste.

# 7

## Monitoreo

En esta etapa se mide el éxito del proyecto. Para analizar el éxito de un proyecto de esta índole, se evalúa si los requerimientos, objetivos y lineamientos planteados en la primera etapa fueron alcanzados satisfactoriamente.

# 8

## Retroalimentación y revisión del diseño

Evaluar a una escala real el proyecto de diseño de información da la pauta para enriquecer la información existente y fortalecer el rendimiento del objeto de diseño.

Es importante aclarar que no existen recetas exactas para desarrollar un proyecto de diseño que, además, puedan generalizarse para todos los objetos de diseño posibles a desarrollar, sin embargo, usar un método o proceso puede asegurar un nivel de desempeño razonable del proyecto. Es necesario, por lo tanto, que el diseñador de la información desarrolle un nivel de observación y de detección de peculiaridades, que lo ayude a identificar oportunidades de acción para cada proyecto de diseño en particular.

## Propuesta metodológica

Diseñar no es un ejercicio casual ni absoluto, por el contrario, es un proceso intelectual inmerso en una totalidad social (económica, psicológica, sociológica, política y de servicio, entre otras). Aparentemente oscila en una frecuencia llena de abstracciones, sin embargo, posee funciones ideológicas muy bien definidas, visibles en los resultados arrojados por éste.

El diseño surge de un mundo que no es real, es aquello que se pretende fabricar: por lo tanto, proyectar es el quehacer diario del diseñador. Al respecto, en el libro *Contra un diseño dependiente, un modelo para la autodeterminación nacional* (Sánchez de Antuñano, Gutiérrez, Dussel et al., 1992:27) se señala:

[El diseñador] vive y dialoga con imágenes, proyectos y requerimientos que se efectuarán en el futuro. [...] se habitúa así a vivir anticipadamente en el futuro. Su tiempo es más futuro que el mero presente de la inmediatez, de lo dado, de lo real efectivo.

La previsión de una realidad posible, el artefacto, es lo que determina todo el proceso del diseño. Podría decirse que la previsión diseñante es el proceso mismo del diseñar. [...] Los requerimientos actuales son como el molde en el que se fraguará lo previsto. La previsión, sin embargo, es tecnológica; es decir, técnica y científica a la vez.

Sin duda alguna, cualquier proceso en el diseño debe partir de principios básicos, en ocasiones sobrentendidos, aunque en muchas ocasiones para dichos principios no siempre se tiene a fondo el conocimiento proyectual, sin embargo, éste debe ser siempre funcional.

Como hemos reflexionado a lo largo del presente documento, el proceso de diseño tiene diversos momentos, que resultan fundamentales cuando nos enfrentamos a la realización de un artefacto de diseño, por lo que planteamos un reajuste en la metodología antes propuesta por Jorge Frascara, desde luego respetando sus preceptos, y la cual consta de tres pasos (ver figura 4).

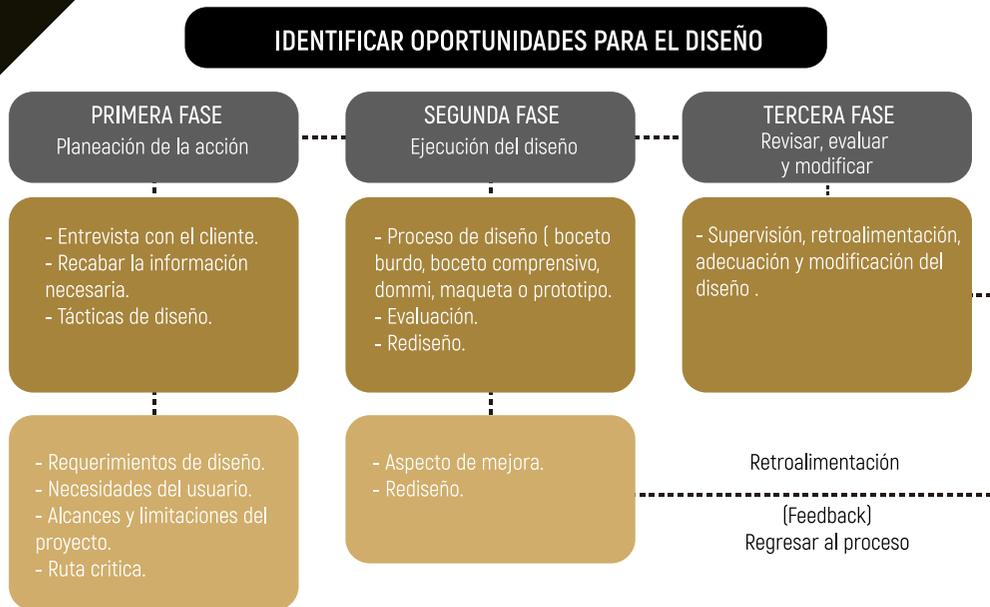


Figura 4. Proceso de diseño de García y Marín (2019), diseñado por Mariel García Hernández.

### Primera fase: Planeación de la acción

En esta fase se determinan y se asignan las tareas correspondientes, se definen los plazos y se calcula el uso de los recursos para la realización del diseño. El plan de acción es un espacio para discutir qué, cómo, cuándo y con quién se realizarán las acciones.

- Qué es lo que se pretende alcanzar (**objetivo**)
- Cuánto se quiere lograr (**cantidad y calidad**)
- Cuándo se quiere lograr (**en cuánto tiempo**)
- En dónde se quiere realizar el diseño (**lugar**)
- Con quién y con qué se desea lograrlo (**personal, recursos financieros**)
- Cómo saber si se está alcanzando el objetivo (**evaluando el proceso**)

### Segunda fase: ejecución del diseño

Esta segunda fase, por su propia estructura, posee diversas fases:

- ✍ **Boceto burdo.** La primera de ellas consiste en un proceso de bocetaje burdo, el cual aún es confuso por su propia abstracción y en ocasiones entendido tan sólo por el propio diseñador.
- ✍ **Boceto comprensivo.** El boceto comprensivo adquiere una forma definida, con una estructura clara, ordenada, proporcionada y con una coherencia funcional.
- ✍ **Alternativas de color.** Tener conocimiento sobre la teoría del color siempre es de ayuda al momento de combinar el color. Estos conocimientos teóricos

sirven como una guía para el correcto uso de los colores en un diseño y abarca una serie de conceptos, desde el funcionamiento del círculo cromático, las diferentes armonías y contrastes cromáticos hasta el significado común de los colores.

- /// **Dummies, maquetas y/o prototipos.** Son los modelos de cómo va a ser el objeto de diseño. En una maqueta debe ir, de forma expresa o implícita, todo lo necesario para que el producto se realice hasta el final. Con la aparición del diseño digital, lo que se proporciona es el diseño terminado, dispuesto y preparado para su impresión final.
- /// **Rediseño.** El rediseño presupone un mejoramiento exhaustivo de un artefacto de diseño concreto ya existente. Incluido tanto su aspecto estético, como funcional y técnico.

### Tercera fase: Revisar, evaluar y modificar

En esta etapa del proceso se debe revisar que el modelo de diseño es coherente con las directrices de diseño generales y que los lineamientos de diseño cumplen los objetivos trazados desde el principio.

En el proceso de evaluación se deben comparar los resultados verdaderos contra el diseño propuesto para saber si el artefacto de diseño tuvo éxito o fracasó. Si el diseño no tuvo éxito, esta vez debemos preguntarnos: ¿cómo podemos mejorarlo?, ¿cómo se puede cambiar, mejorar o modificar el diseño para que sea más efectivo?

Finalmente, y una vez contestadas las preguntas anteriores, se procede a modificar, transformando algunos elementos respecto de un estado inicial del diseño, alterando algunas características, pero sin modificar la esencia del objeto de diseño.

El diseño de la información es una disciplina que busca facilitar el uso y percepción de la información para cualquier objeto de diseño, agilizando la toma de decisiones del usuario y mejorando su calidad de vida. Podemos concluir que el diseño de información encuentra su esencia al centrar todos sus esfuerzos en el reconocimiento de las necesidades y expectativas de información del usuario con respecto a cualquier proyecto de diseño de esta índole. Al centrar todos los esfuerzos y tareas en satisfacer dichas necesidades y expectativas sociales, culturales, psicográficas y demográficas del usuario, el diseño de la información se vuelve esencial e indispensable para alcanzar los objetivos del diseño a desarrollar.

La metodología del diseño de información previamente planteada y analizada marca la pauta para generar productos de diseño que cumplan no sólo con requerimientos estéticos, sino que piensa en su funcionalidad y rentabilidad. Sin dicha metodología no sería posible asegurar un rendimiento del diseño a desarrollar que cumpla con las expectativas y necesidades de información para el usuario final.

Finalmente, el diseñador de la información debe tener consciencia de lo necesario que es seguir un proceso de diseño, debe reconocerse dentro de su quehacer como un ente proactivo en las decodificaciones de signos y códigos culturales, contextuales y de forma-contenido. Debe saber reconocer al usuario para el cual se está generando el objeto de diseño y, a su vez, identificar las necesidades de éste y darles solución de una manera efectiva y funcional, a través de la constante práctica del diseño de la información y su aplicación metodológica.

# Notas

- 1 Cuando se habla de bienestar, nos referimos al estado de confort y comodidad desde los ámbitos cognitivo y físico.
- 2 Los grupos focales son una técnica de investigación de mercado y del comportamiento humano. Consiste en reunir a un grupo de personas que comparten ciertas características, y hacerles una serie de preguntas enfocadas en resolver un problema de percepción.

# Referencias

- Card, S. K., Mackinlay, J. D., & Shneiderman, B. (2000). *Readings in Information visualization: Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann.
- Chapanis, A. (1959). *Research Techniques in Human Engineering*. Johns Hopkin Press.
- Endsley, M., & Jones, D. (2004). *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*. Taylor & Francis Group.
- Frascara, J., & Noë, G. (2012). *What's Missing in Design Education Today?* Visible Language, 46(1/2), 36.
- Frascara, J. (2011). *¿Qué es el diseño de información?* Infinito.
- Frascara, J. (2015). *Information Design as Principled action*. Common Ground Publishing.
- Horn, R. E. (2000). *Information design: Emergence of a new profession*. En R. Jacobson (Ed.). *Information Design*. Cambridge: MIT Press.
- International Institute for Information Design (2007). *Definition*. Recuperado el 03 de mayo de 2018 en: <https://www.iiid.net/home/definitions/>
- Johnson, C. M., Johnson, T. R., & Zhang, J. (2005). *A User-Centered Framework for Redesigning Health Care Interfaces*. Journal of Biomedical Informatics (pp. 75-87), 38(1).
- Mok, C. (1996). *Designing Business: Multiple Media, Multiple Disciplines*. Adobe Press.
- Points, S. (2011). *Qué es el diseño de información*. Foro Alfa. Recuperado el 07 de febrero de 2017 en: <https://foroalfa.org/articulos/que-es-el-diseno-de-informacion>
- Shedroff, N. (1994). *Information Interaction Design*. An Unified Filed

- Theory of Design. Recuperado el 23 de marzo de 2018 en: <https://nathan.com/information-interaction-design-a-unified-field-theory-of-design/>
- Subiela-Hernández, B. (2017). *Diseño de la información y progreso social: prospectiva, perspectiva y retos*. El Profesional de la Información (pp. 1019-1024), 26(6). Recuperado el 14 de julio de 2018 en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/EPI/article/view/epi.2017.nov.01/37042>
- Sánchez de Antuñano, J., Guitiérrez, M., Dussel, E., Ocejó, T., Toca, A., de Carmona, M., & Torre, V. (1992). *Contra un diseño dependiente: un modelo para la autodeterminación nacional*. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- Vargas-Jiménez, S. P., Greiff-Tovar, B. A., & Rojas-Ramírez, O. (2014). *¿Infografía... visualización... diseño de información? En busca de los indicios de su configuración y delimitación como campo disciplinar*. Revista Kepes (pp. 105-141), (10). ecuperado el 12 de mayo de 2018 en: [http://vip.ucaldas.edu.co/kepes/downloads/Revista10\\_7.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/kepes/downloads/Revista10_7.pdf)
- Visocky O'Grady, J. & Visocky O'Grady, K. 2008. *The information Design Handbook*. Mies: Rotovision.
- Wurman, R. S. (1997). *Information Architects*. Graphis.



## La realidad aumentada como experiencia de enseñanza-aprendizaje constructivista

### Augmented Reality as a constructivist teaching-learning experience

**Paloma Rodríguez Valenzuela.**\* Grado de Doctor en Diseño y Visualización de la Información otorgado en el año 2018 por la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco. Maestría en Digital Media Design –Diseño Multimedia por la Escuela Universitaria de Diseño e Ingeniería de Barcelona– Elisava, España. Licenciatura en Diseño Gráfico cursada en CETYS Universidad, campus Mexicali.

Actualmente se desempeña como Coordinadora de Formación Profesional, así como Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Baja California, específicamente impartiendo asignaturas en la Licenciatura en Diseño Gráfico y en el Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Facultad de Arquitectura y Diseño.

Cuenta con el Perfil deseable de PRODEP, así como con el reconocimiento de Candidato a Investigador Nacional por parte del Sistema Nacional de Investigadores.

Entre los artículos y capítulos de libro publicados con arbitraje se encuentran: *El diseño de experiencias de aprendizaje con la tecnología del presente*, *La Realidad Aumentada en el ámbito educativo. Análisis de experiencias y casos de estudio*; *La inclusión de la Realidad Aumentada como experiencia de aprendizaje y Metodología para la implementación del proceso de enseñanza aprendizaje*. *Las experiencias de tres cursos de Licenciatura en Diseño Gráfico apoyados en Blackboard*.

Ha participado con ponencias en congresos nacionales e internacionales abordando temas de vinculación universitaria, experiencias interactivas de aprendizaje y uso de dispositivos móviles como medios de enseñanza, entre otros.

#### Resumen

En el presente artículo se presenta un estado del arte de las aplicaciones y proyectos realizados con la tecnología de realidad aumentada en el ámbito educativo, para determinar las ventajas que la definen como una herramienta que favorece el aprendizaje constructivista y que beneficia la creación de experiencias de aprendizaje interactivas que motivan y fomentan el aprendizaje significativo dentro del aula.

**Palabras clave:** Realidad aumentada, constructivismo, experiencia de aprendizaje.

#### Abstract

This article presents a state of the art of the applications and projects carried out with Augmented Reality technology in the educational field; this, to determine the advantages that define it as a tool that favors constructivist learning and the creation of interactive learning experiences that motivate and foster meaningful learning within the classroom.

**Keywords:** Augmented reality, constructivism, learning experience.

## Introducción

El presente artículo busca abordar un tema que, aunque desde hace varias décadas se descubrió como una tecnología que ofrecía un sinfín de posibilidades de visualización, se había abandonado debido a los altos costos de los dispositivos para su visualización, esto, hablando de la Realidad Aumentada (RA). Sin embargo, hoy en día los avances de la tecnología han permitido un acercamiento con la RA al grado de tener acceso gratuito a través de dispositivos de uso común por la mayoría de los usuarios protagonistas del binomio enseñanza-aprendizaje, y, en este sentido, posicionar a la RA como una tecnología capaz de contribuir al aprendizaje constructivista y mejorar las experiencias de aprendizaje de estudiantes que, al pertenecer a las generaciones del presente, buscan y se encuentran motivados por aprender y experimentar a través de medios alternativos.

## La teoría constructivista del aprendizaje

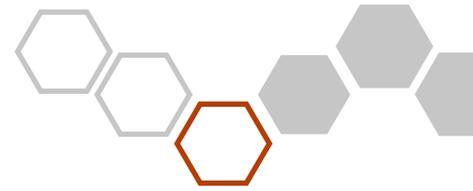
El estudio del binomio enseñanza-aprendizaje ha tenido como consecuencia distintas posturas y teorías del aprendizaje abordadas desde diferentes perspectivas con la finalidad de profundizar y mejorar las experiencias de maestros y estudiantes en la búsqueda del aprendizaje significativo.

El constructivismo es una teoría del aprendizaje que “considera al alumno como responsable de construir su propio aprendizaje” (Ganem & Ragasol, 2013:14). Profundizando, afirma que el conocimiento se produce a través de un “proceso complejo de construcción por parte del sujeto en interacción con la realidad” (Saldarriaga-Zambrano, Bravo-Cedeño & Loor-Rivadeneira, 2016:130). Los principales representantes de esta teoría fueron Jean Piaget (1896-1980) y Lev Seménovich Vigotsky (1896-1934), quien aportó el concepto del constructivismo social, el cual afirma que el desarrollo del conocimiento se da a través de la interacción social entre los seres humanos.

De acuerdo con Saldarriaga-Zambrano, Bravo-Cedeño y Loor-Rivadeneira (2016), el constructivismo define al ser humano como un autodidacta capaz de procesar la información que obtiene del entorno, interpretarla y así convertirla en un nuevo conocimiento (ver Figura 1). Esta teoría concibe al aprendizaje como un proceso en el cual el estudiante construye nuevos conocimientos a partir del contacto con objetos y elementos del entorno, es decir, un aprendizaje activo.



Figura 1. Representación visual del aprendizaje constructivista  
Fuente: elaboración propia (2019).



Tomando en cuenta este concepto de “aprendizaje activo”, las nuevas tecnologías se han convertido en herramientas que permiten que los estudiantes no solamente tengan al alcance información de manera ilimitada en tiempo real, sino que, además, si éstas son aprovechadas de manera correcta dentro del salón de clases, ofrezcan a los estudiantes la posibilidad de controlar ellos mismos la forma y el tiempo en que asimilan los contenidos, haciéndolos protagonistas de su propio aprendizaje (Hernández, 2008).

Según Rossou (2004), el constructivismo es una teoría que permite el desarrollo de entornos de aprendizaje altamente interactivos y participativos, dentro de los cuales los estudiantes son capaces de modificar, construir e interactuar con los objetos de estudio. Esto se ve favorecido a través del uso de herramientas como, en este caso, la RA, con la cual los estudiantes pueden ser partícipes de la asimilación de contenidos de la clase a través de la experiencia directa: modificando, moviendo, tocando, girando e interactuando directamente.

### La RA como herramienta del constructivismo

Una de las tecnologías emergentes que últimamente han sido utilizadas como herramientas de los centros de enseñanza es la RA. Esta tecnología se diferencia de la realidad virtual por la siguiente característica: la realidad virtual, consiste en crear, a través de un dispositivo, un mundo irreal en el cual el usuario puede interactuar en distintos escenarios y contextos, aislándolo completamente de la realidad. Por otro lado, la RA se define como una tecnología que “permite integrar en tiempo real contenido digital con el mundo real” (González, Vallejo, Albusac & Castro, 2012:1), esto a través de la incorporación de elementos virtuales que se adaptan al contexto u objetos reales, complementando las experiencias del mundo tangible a través de objetos simulados o virtuales (ver Figura 2). Esta diferencia es una de las características que convierte a la RA como una herramienta que favorece al constructivismo social, ya que no aísla al estudiante del entorno y se mantiene la posibilidad de interactuar tanto con el contenido virtual, como con sus compañeros y lo que sucede en el contexto real.

Algunas de las ventajas comprobadas del uso de la RA como herramienta de visualización dentro del aula son (Rodríguez, 2018):

- Facilidad de comprensión de la información debido a que ésta queda mucho más clara a través de la visualización y simulación de objetos y procesos.
- Posibilidad de experimentación con la información a través del uso, movimiento y análisis de los objetos por medio de los dispositivos móviles.
- Incremento de habilidades físicas y perceptivas con respecto al espacio.
- Incremento de interactividad con compañeros de clase.
- Facilidad para generar conclusiones personales a través de lo experimentado por medio de la RA.
- Mayor eficiencia en los procesos de aprendizaje.
- Motivación para el aprendizaje por parte de los estudiantes.
- Propicia el aprendizaje cooperativo y colaborativo.
- Mayor interacción con el objeto de estudio.
- Propicia el aprendizaje significativo.



Figura 2. Representación visual de la RA.  
Fuente: elaboración propia (2019).

Estas características permiten clasificar a la RA como una de las tecnologías que favorece el aprendizaje constructivista, ya que, a través de la experimentación, la visualización e interacción con objetos, ya sean reales o virtuales, el estudiante es capaz de dirigir y asimilar el conocimiento. Un ejemplo es el proyecto *TipogRAMa*, Rodríguez (2018), el cual utilizó la tecnología de la RA para la visualización del contenido temático de la anatomía tipográfica y, por medio de esta tecnología, los estudiantes podían visualizar los nombres de las partes de las letras a través de la utilización de dispositivos móviles y una de las conclusiones que menciona la autora es que la utilización de esta herramienta resultó un éxito dentro del salón de clases, debido a que los estudiantes podían detenerse el tiempo necesario para analizar, visualizar y comprender la estructura de las letras, independientemente de la explicación del maestro o del ritmo de aprendizaje de los demás estudiantes, interactuando de manera activa en la dirección y asimilación del contenido de la clase.

La RA resulta una tecnología congruente y amigable con la teoría constructivista del aprendizaje, ya que coloca al estudiante dentro de un mundo real al que, al incorporarle información virtual (imágenes, videos, animaciones, objetos 3D) por medio de dispositivos especiales, se genera una experiencia alternativa de aprendizaje en la que los estudiantes se ven inmersos y se consideran protagonistas de su proceso de aprendizaje al interactuar con los temas de las asignaturas. La teoría constructivista afirma que el conocimiento se recibe de manera activa, no pasiva, y que es el estudiante “el que realiza el acto del conocimiento” (Solano, Casas & Guevara, 2015:81).

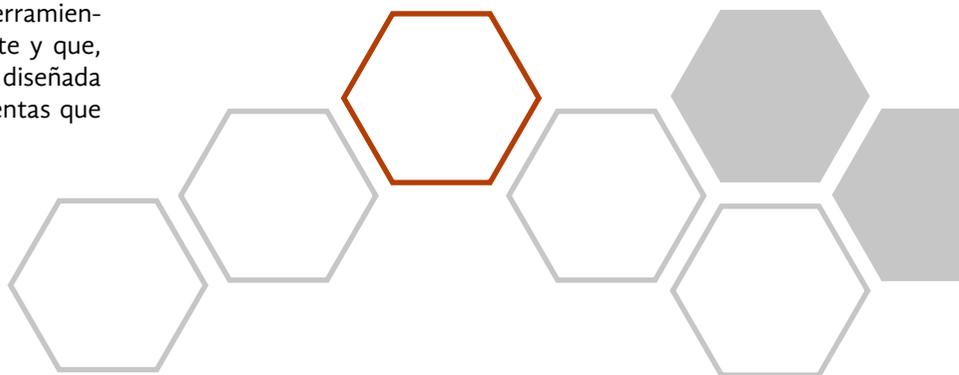
En la actualidad existen varias posibilidades para la visualización de la RA dentro del salón de clases: por medio de dispositivos de cabeza o de mano, con la computadora por medio de cámaras o con dispositivos móviles, los cuales son herramientas con las que los estudiantes conviven diariamente y que, al poseer una cámara y una aplicación móvil (app) diseñada para visualizar RA, pueden convertirlos en herramientas que les permitan acceder a esta tecnología.

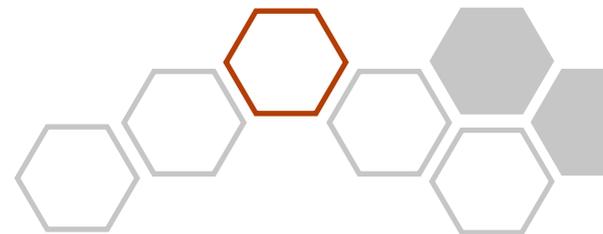
## Metodología

A través del presente artículo se busca fundamentar la utilización de la RA como una tecnología que favorece el aprendizaje constructivista a través de la definición y los conceptos que engloban esta idea, y, por otro lado, mostrar una perspectiva general del estado del arte de proyectos existentes relacionados con el uso de la RA en la educación, así como las posibilidades actuales y las características de las aplicaciones móviles comerciales y gratuitas que pueden ser utilizadas como elementos integradores de la clase. Posteriormente, se realizó una búsqueda de investigaciones y proyectos en revistas especializadas y bases de datos en torno al uso de la RA como herramienta dentro del salón de clases, y se obtuvieron las conclusiones de los mismos para conocer las ventajas de su integración al diseño de las experiencias de aprendizaje. Finalmente, a través de esto fue posible concluir el panorama actual de las posibilidades que esta tecnología ofrece para favorecer la construcción del conocimiento dentro del aula.

## Objetivo

El objetivo de esta investigación es plantear las características que definen la realidad aumentada como una tecnología que favorece el aprendizaje constructivista a través del estudio de experiencias de aprendizaje llevadas a cabo por investigadores, y de esta forma definir un estado del arte de los usos y las ventajas de esta herramienta tecnológica dentro del aula.





## Resultados

Como se comentaba anteriormente, hoy en día la utilización de la RA ya es mucho más accesible, debido a la utilización de dispositivos móviles como herramientas de visualización.

Existen una gran cantidad de aplicaciones gratuitas que los estudiantes y profesores pueden descargar en sus teléfonos móviles y diseñar así prácticas dentro del salón de clases a través de la utilización de esta tecnología. Las posibilidades se amplían de acuerdo a la creatividad del docente para el uso de la tecnología y las aplicaciones, pues, en realidad, las aplicaciones solamente aportan la tecnología de visualización a través de dispositivos móviles, pero es el docente quien se encarga de crear el material y diseñar las experiencias de aprendizaje de acuerdo a las necesidades de sus asignaturas. Entre las aplicaciones móviles desarrolladas para la visualización de RA desde un teléfono celular se pueden mencionar: Augment, Layar, BBC Civilizations AR, Blippar, Google Translate, Field Trip, entre otras (Ver Tabla 1).

Las aplicaciones mencionadas en la tabla, pueden ser descargadas por estudiantes y profesores y trabajar con dinámicas o prácticas previamente diseñadas por el profesor para favorecer el aprendizaje de ciertos temas que tal vez puedan ser difíciles de visualizar. Por ejemplo, en el área de medicina, podría fácilmente hablarse de visualizar la técnica para la colocación de prótesis a través de esta tecnología, o, en el área de la arquitectura, visualizar la proyección tridimensional de edificios y objetos arquitectónicos al tener un plano con información de RA.

En este sentido, profesores e investigadores han trabajado con proyectos de aplicación que permiten poner en práctica el uso de la RA dentro del salón de clases para profundizar en temas específicos o unidades de aprendizaje que se vean favorecidas a través del uso de esta tecnología, entre ellas se encuentran las mencionadas en la Tabla 2.

TABLA 1. APLICACIONES MÓVILES COMERCIALES DE RA

Aplicaciones de RA para dispositivos móviles	Características
AumentaryAuthor	Permite importar modelos en 3D para asociarlos con una serie de patrones de referencia impresos en papel.
Blippar	Funciona a través del reconocimiento de imagen y activa respuestas en los dispositivos móviles.
BBC Civilizations AR	Permite explorar artefactos históricos en museos a través de exhibiciones virtuales.
Augment	Muestra modelos 3D en entornos reales a través de la lectura de códigos que generan imágenes prediseñadas.
Layar	Superpone capas de RA sobre la imagen capturada desde un teléfono, mostrando información en tiempo real.
Field trip	Proporciona información sobre sitios de interés de acuerdo a la posición del usuario.
Aurasma	Permite crear contenidos de RA libres asociando marcadores.
Hoopala	Permite establecer una serie de puntos de interés por medio de geolocalizadores.
Google Translate	Traduce las palabras al idioma inglés a través de la cámara del teléfono móvil.

Fuente: elaboración propia (2019).

TABLA 2. PROYECTOS DE RA EN LA EDUCACIÓN

Fecha	Nombre del proyecto	Área del conocimiento	Descripción
2017	HoloMuse	Arqueología	Aprendizaje de elementos arqueológicos a través de gestos e interacción con hologramas.
2018	ChildAR-bot	Matemáticas	Juego educativo basado en un robot de RA para niños.
2016	Demo: Mobile Audible AR Experience	Medicina	Simulador móvil de RA utilizado para entrenamiento de médicos.
2014	AuGeo	Geodesia	Aplicación de posicionamiento espacial.
2017	Aplicación de RA para educación musical	Música	Aprendizaje de piezas musicales a través de la RA.
2018	TipogRAMa	Tipografía y Diseño Gráfico	Aprendizaje del tema de anatomía tipográfica-partes de las letras a través de la visualización en RA.

Fuente: elaboración propia (2019).

Según los resultados y conclusiones de los autores de estos proyectos, existen varias ventajas de la utilización de la RA en los procesos de aprendizaje, como por ejemplo: la mejora en la interacción con la información y la comprensión de los contenidos, el incremento de las habilidades físicas, perceptivas, emocionales y de pensamiento; la percepción del entorno y motivación al aprendizaje, y por último, el aprendizaje cooperativo y social a través de la interacción con otros estudiantes.

Es a través de estas ventajas que es posible determinar que la RA resulta una herramienta tecnológica que favorece al proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que:

- Beneficia el aprendizaje de contenidos complejos debido a que permite que los estudiantes interactúen virtualmente con el objeto de estudio, lo cambien de posición y puedan construir conceptos a través de la observación detallada y personalizada de los elementos virtuales.

- Coincide con las características de la teoría constructivista del aprendizaje, debido a que el estudiante, a través del contacto con objetos y elementos del entorno virtuales, logra el aprendizaje activo, construyendo nuevos conocimientos a partir de la experiencia propia.
- Fomenta la percepción del entorno, debido a que no aísla al estudiante de lo que lo rodea, sino que complementa esa realidad con información virtual que permite el autoaprendizaje, la observación y la experimentación.
- Estimula el aprendizaje social a través de la observación de elementos virtuales que el estudiante comparte con sus compañeros y trabaja en convivencia para afianzar el aprendizaje del objeto de estudio.

## Conclusiones

Es evidente que el campo de la RA aún tiene muchas vertientes por explorar, tales como su accesibilidad y las opciones de visualización o áreas del conocimiento en las cuales resulte más efectiva.

Por un lado, pese a que hoy en día es fácil imaginar un salón de clases utilizando esta tecnología, todavía existen aspectos técnicos que mejorar, como el hecho de que muchas de las aplicaciones dependen directamente de una buena conexión a internet en las escuelas, lo cual es aún un reto en el que es necesario trabajar. Por más que se haya analizado y diseñado todo el contenido teórico de una práctica de enseñanza-aprendizaje a través del uso de RA, si en el momento del uso no funciona el internet, la práctica terminará por ser un fracaso y los estudiantes perderán el interés en la actividad.

Por otro lado, la actividad, para permitir realmente el logro de los objetivos y competencias de aprendizaje, debe ser diseñada por el profesor con mucha cautela, quien habrá de generar todo el material, tanto real como virtual, con el que interactuarán los estudiantes. Si esto no se planea de manera anticipada, la actividad no logrará su cometido.

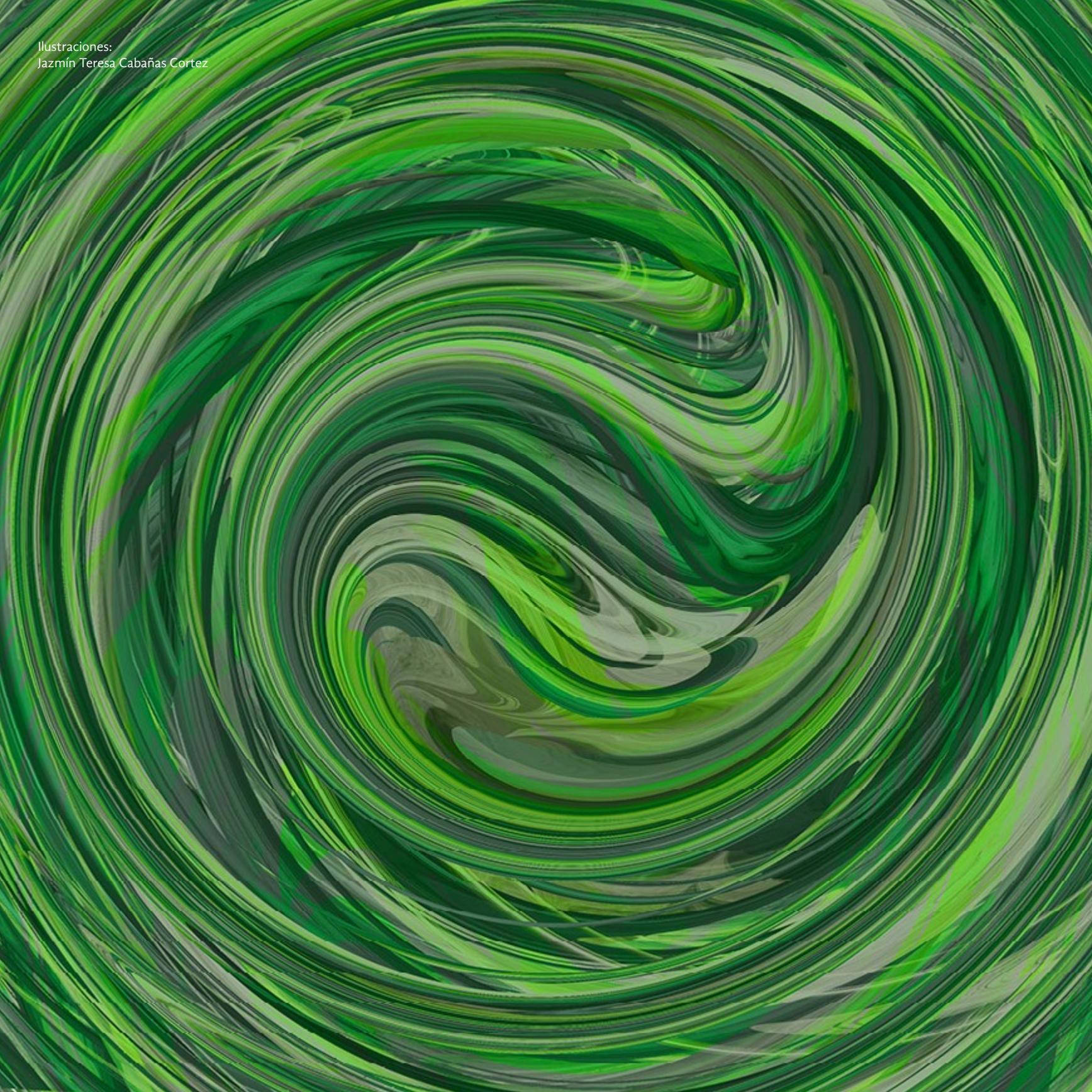
Como investigación futura sería interesante conocer las diferencias entre la aplicación y el uso de la RA en comparación con la realidad virtual, con la finalidad de evidenciar que la RA es la que realmente favorece el aprendizaje cooperativo y constructivista al no aislar al usuario de su entorno. Sin embargo, pueden existir otras posibilidades que favorezcan a la realidad virtual, como la posibilidad de tener la atención del estudiante 100% centrada en el objeto de estudio.

Finalmente, es importante mencionar que los estudiantes se encuentran interesados en aprender de manera diferente, son generaciones que nacieron en un mundo donde la tecnología, la virtualidad, la conectividad en tiempo real y el internet forman parte de sus vidas, y es un compromiso y un reto para los profesores aprender a utilizar estas herramientas para ofrecer un método de enseñanza actualizado y de calidad.

## Referencias

- Amaya, L., & Santiago, J. (2017). *Evaluación del uso de la realidad aumentada en la educación musical*. Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas (p. XX). Vol. 12, Núm. 1/Enero-Junio.
- Delic, A., et. al. (2014). *AuGeo: A geolocation-based augmented reality application for vocational geodesy education*. Proceedings of 56th Symposium ELMAR-2014 (pp. 1-4). Zadar.
- Ganem, P., & Ragasol, M. (2013). *Piaget y Vigotsky en el aula. El constructivismo como alternativa docente*. México: Limusa.
- González Morcillo, C., Vallejo Hernández, D., Albusac Jiménez, J., & Castro Sánchez, J. (2012). *Realidad aumentada. Un enfoque práctico con ARTool Kit y Blender*. España: Bubok Publishing S.L.
- Hernández Requena, S. (2008). *El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje*. Revista de Unidad y Sociedad del Conocimiento (pp. 26-35), Vol. 5, Núm 2, octubre.
- Park, Y. J., Yang, Y., Ro, H., Cha, J., Kim, K., & Han, T. D. (2018). *ChildAR-bot: Educational Playing Projection-based AR Robot for Children*. 2018 ACM Multimedia Conference on Multimedia Conference (pp. 1278-1282). ACM.
- Pollalis, C., Fahnbulleh, W., Tynes, J., & Shaer, O. (2017). *HoloMuse: Enhancing engagement with archaeological artifacts through gesture-based interaction with holograms*. Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (pp. 565-570). ACM.
- Rodríguez, P. (2018). *Experiencias interactivas de aprendizaje: Nuevas estrategias de enseñanza. Realidad Aumentada en dispositivos móviles y aplicaciones interactivas para la enseñanza de la Anatomía Tipográfica*. Tesis para optar por el grado de Doctor en Diseño y Visualización de la Información. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Roussou, M. (2004). *Learning by Doing and Learning Through Play: An Exploration of Interactivity in Virtual Environments for Children*. Computers in Entertainment (CIE)-Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment, 2 (1),1-23.
- Saldarriaga-Zambrano, P., Bravo-Cedeño, G., & Loor-Rivadeneira, M. (2016). *La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea*. Revista Científica-Dominio de las Ciencias (pp. 127-137), Vol. 2 núm. especial diciembre.
- Solano Villanueva, C. A., Casas Díaz, J. F., & Guevara Bolaños, J. C. (2015). *Aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado*. Ingeniería (pp. 79-93), 20(1). Recuperado el 12 de abril de 2020, en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498850180006>

Ilustraciones:  
Jazmín Teresa Cabañas Cortez



## Subsunción y diseño de nuevas tecnologías

### Subsumption and design of new technologies



**Francisco Platas López.\*** Doctor en Ciencias y Artes para el Diseño en el área de Sustentabilidad Ambiental en la Universidad Autónoma Metropolitana. Maestro en Ciencias y Artes para el Diseño en el área de Investigación y Gestión Territorial. Cursó la Maestría en Arquitectura en la UNAM y es Ingeniero Municipal, por la Escuela de Ingeniería Municipal. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Premio Nacional de Diseño y Medalla al Mérito Universitario, por la Universidad Autónoma Metropolitana en 2017. Es International Scholar de la Society for the History of Technology, Profesor de Tiempo Completo Definitivo de la Universidad Autónoma del Estado de México y Profesor del Posgrado de Arquitectura y Urbanismo de la UNAM. Su línea de investigación es el diseño complejo para la vulnerabilidad y el riesgo.

**Santiago Osnaya Baltierra.\*\*** Estudió Diseño de la Comunicación Gráfica en la UAM Azcapotzalco. Tiene grado de Maestría en Diseño por la Universidad de Dundee en el Reino Unido. Es Doctor en Ciencias y Artes para el Diseño con especialidad en Estética y Semiótica del Diseño por la UAM Xochimilco, recientemente obtuvo el grado de Doctor Honoris Causa "Gilberto Bosques" por su trayectoria académica y profesional en el área social. Actualmente es profesor investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de México. Cuenta con el reconocimiento Perfil PRODEP (2017-2020). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Sus líneas de investigación son el diseño, la estética y la semiótica, siendo su objeto de estudio cualquier sistema, modo o medio de comunicación.

#### Resumen

El texto aborda el uso teórico del concepto de subsunción en torno a la esencia del diseño de los sistemas tecnológicos, partiendo de su empleo histórico a lo largo del tiempo desde un enfoque marxista. Con base en ello, se propone el empleo de dicha categoría para fundamentar el debate contemporáneo entre quienes consideran el papel de la tecnología moderna como un proceso que provee de sus avances en aras de incrementar la producción, y los que sostienen que el diseño de dichas tecnologías es una forma de perfeccionar la explotación de la fuerza de trabajo.

**Palabras clave:** Subsunción, diseño, tecnología, marxismo.

#### Abstract

The text addresses the theoretical use of the concept of subsumption around the essence of design in terms of technological systems based on their historical use over time from a Marxist approach. Based on this, the use of this category is proposed to support the contemporary debate between those who consider the role of modern technology as a process that provides their advances in order to increase production, and those who argue that the design of such technologies is a way to improve the exploitation of the workforce.

**Keywords:** Subsumption, design, technology, marxism.

## Introducción

El presente ensayo analiza el uso teórico del concepto de subsunción en torno a la esencia de los sistemas tecnológicos. Para ello, se hace uso de las ideas teóricas de Marx en cuanto a los términos de subsunción real y subsunción formal. Con base en dicho análisis, se pretende no sólo plantear un primer acercamiento para explicar el desarrollo y empleo contemporáneo del término, sino proponer una salida en torno al debate sobre la interpretación de la locución, para con ello fundamentar una respuesta sobre la problemática de los tiempos actuales que se da en el ámbito de los diseños, particularmente en lo referente a su total “tecnologización”. Lo anterior da pie a una posible alternativa de respuesta en torno al debate entre quienes consideran el papel de la tecnología moderna como un proceso que provee de sus avances en aras de incrementar la producción, y los que sostienen que no, pues únicamente es una imposición de una forma de cooperación productiva con el fin de perfeccionar la explotación de la fuerza de trabajo.

## El uso contemporáneo del término subsunción

En tiempos recientes, el concepto subsunción ha traído consigo múltiples acepciones, que van desde el plano lingüístico hasta el plano informático; esta popularización del término acarrea incluso un premeditado soslayo hacia la categorización y significado del término en el ámbito de la economía política. Un ejemplo de ello es, concretamente, la arquitectura de subsunción (traducción directa del inglés *Subsumption Architecture*), concebida por R. Brooks a mediados de 1980. Esta arquitectura informática está constituida por la combinación de diversas máquinas de estados finitos a las que se añaden temporizadores (AFSMs) y que forman comportamientos que son los constituyentes de la arquitectura de subsunción, y que corresponden a cada una de las habilidades de un robot (esquivar obstáculos, vagar por el entorno, seguir paredes, etcétera).

En el área de lenguajes y lingüística, el término subsunción es común en la jerga de problemas asociados a la búsqueda recuperación de información textual. Las Jerarquías de Subsunción, inventadas por Sanderson en 1999, son ejemplo de ello, al tratarse de herramientas basadas en la construcción de jerarquías conceptuales a partir de subconjuntos de documentos (Sanderson y Croft, 1999:206).

En el año 2000, la aparición del libro Imperio, de Antonio Negri y Michael Hardt, puso de nueva cuenta en el debate el concepto marxista de subsunción, en el sentido de que “habría que considerar el capitalismo posmoderno desde la perspectiva de lo que Marx denomina la fase de la subsunción real de la sociedad en el capital”, ya que en una fase anterior (subsunción formal del capital sobre el trabajo), el capitalismo se limitaba a ejercer su hegemonía sobre la producción, pero todavía quedaban innumerables procesos en los cuales éste no incidía. Por ello, en la fase de subsunción real de la sociedad “arqueológicas y hediondas, muerte y locura, son las corporaciones jurídicas, administrativas, políticas, el estado de la subsunción real.”

[...] los procesos de subsunción real del trabajo bajo el capital no se basan en el exterior, y no involucran los procesos de expansión... Hay, ciertamente, procesos de subsunción real sin mercado mundial, pero no puede haber un mercado mundial plenamente realizado sin los procesos de subsunción real (Negri y Hardt, 2000:226).

En América Latina, concretamente en México, en 2005, un artículo de Emilio Pradilla explica el periodo de “globalización” imperialista en las ciudades, apoyándose en el concepto estudiado:

El proceso de mundialización ha avanzado históricamente mediante la continua descomposición y/o integración—subsunción formal o real en Marx— de las formas productivas, tecnológicas, sociales, culturales, políticas y territoriales precedentes (americanas, asiáticas, feudales, precapitalistas, capitalistas atrasadas, entre otras), sometiéndolas a los requerimientos del estadio vigente de la acumulación, o sustituyéndolas por otras nuevas adecuadas a sus necesidades objetivas y subjetivas en cada momento del proceso (Pradilla, 2005:8).

## El origen de la subsunción en Marx

Al exponer la historia de la acumulación capitalista, Marx observa que el proceso se divide en dos etapas distintas. En la primera, los capitalistas se limitan a convertir los talleres artesanales en empresas capitalistas y a los artesanos en asalariados; hacen poco más que explotar el trabajo ajeno dejando prácticamente intacta la estructura productiva o modo de producción de las corporaciones artesanales heredadas del sistema social anterior, pues “la manufactura, por su parte, heredaba los oficios y los instrumentos del taller artesanal, se presentaba como cooperación simple y compleja del trabajo, consolidando así el poder directo del capital sobre los modos de producción” (Marx, 1980:21).

En semejantes condiciones de invariabilidad en la organización del trabajo y en la utilización de determinados medios de producción por el operario empleado, el capital sólo puede crecer extendiendo la base técnica dada, esto es, empleando más operarios en el manejo de otros tantos medios según la relación técnica dada, durante más horas por jornada y con el mismo salario.

De esta forma:

[...] el proceso de trabajo se convierte en el instrumento del proceso de valorización, del proceso de la autovalorización del capital: de la creación de plusvalía. El proceso de trabajo se subsume en el capital (es su propio proceso) y el capitalista se ubica en él como dirigente, conductor; para éste es al mismo tiempo, de manera directa, un proceso de explotación de trabajo ajeno” (Marx, 1981:54).

Marx define esta realidad temprana o infantil del capitalismo como “subsunción” o supeditación formal del trabajo en el capital. Con esta expresión quiere significar que la relación social capitalista ha supuesto un simple cambio de categoría social sobre la que recayó la propiedad privada de los mismos medios de producción que habían venido siendo empleados por las corporaciones de artesanos. Bajo ese antiguo régimen, los medios de producción eran propiedad de los productores directos: los maestros artesanos, mientras que, bajo el nuevo régimen explotador del trabajo ajeno, la propiedad de esos medios pasó a ser detentada por la nueva clase de los capitalistas.

[...] sobre la base de un modo de trabajo preexistente; o sea de un desarrollo dado de la fuerza productiva del trabajo y de la modalidad laboral correspondiente a esa fuerza productiva, sólo se puede producir plusvalía recurriendo a la prolongación del tiempo de trabajo, es decir, bajo la forma de la plusvalía absoluta. A esta modalidad, como forma única de producir la plusvalía, corresponde, pues, la subsunción formal del trabajo en el capital (Marx, 1981:56).

En virtud de este nuevo tipo de propiedad, el patrón burgués pasó a mandar directamente sobre el empleo de los factores de la producción y sobre el producto. Pero dado que la estructura o relación técnica entre esos componentes del proceso de trabajo se mantuvo prácticamente invariable o varió muy poco, el control indirecto de la producción siguió estando en el conocimiento pericial de los antiguos artesanos convertidos en asalariados, sobre todo en su habilidad manual para el manejo de las herramientas tradicionales. Su saber de oficio siguió siendo el determinante de la intensidad del trabajo y la calidad y cantidad del producto por unidad de tiempo empleado. Hasta cierto punto se les podía hacer trabajar por más tiempo extendiendo la jornada de labor, pero no se les podía exigir un ritmo más intenso.

**"...los medios de producción eran propiedad de los productores directos: los maestros artesanos, mientras que, bajo el nuevo régimen explotador del trabajo ajeno, la propiedad de esos medios pasó a ser detentada por la nueva clase de los capitalistas".**

El segundo momento se inició cuando sobre aquella base técnica heredada por el capitalismo, según avanzó el proceso de acumulación, el recrudescimiento de la competencia intercapitalista y la lucha de los asalariados por mejores condiciones de vida y de trabajo, operaron un cambio en las condiciones del proceso fabril.

Este cambio consistió, al principio, en la cooperación y la creciente división del trabajo, potenciada posteriormente en eficacia por el empleo de maquinaria a gran escala al interior de cada empresa capitalista. El empleo de medios técnicos avanzados acabó por destrozar el saber de oficio, dividiendo su complejidad en operaciones simples para las que no se necesitaba un saber ni habilidad especial.

De la organización artesanal se pasó a la organización científica del trabajo, donde el empleo de maquinaria no sólo supuso que la ciencia se objetivara en los modernos medios de producción propiedad de los capitalistas, sino que acabó con el control indirecto de la producción por parte de los operarios, que así pasó también a poder del capital.

A esta nueva realidad Marx le llamó “subsunción real del trabajo en el capital”, porque la patronal, además de decidir sobre el valor de lo producido, no sólo manda sobre la finalidad de los factores de la producción empleados y sobre la extensión del proceso de trabajo, sino también sobre su intensidad: “En el modo capitalista de explotación se arranca el plustrabajo por medio de la venta ‘voluntaria’ de la fuerza de trabajo”. Si para la producción de plusvalor absoluto, particularmente en las formas precapitalistas, era suficiente la subsunción meramente formal del trabajo en el capital, por ejemplo, que artesanos que antes trabajaban para sí mismos o también, como oficiales, a las órdenes de un maestro gremial, quedaran ahora sometidos al control directo del capitalista en calidad de obreros asalariados. De esta forma, la producción del plusvalor relativo,

[...] supone un modo de producción específicamente capitalista, que con sus métodos, medios y condiciones sólo surge y se desenvuelve, de manera espontánea, sobre el fundamento de la subsunción formal del trabajo en el capital. En lugar de la subsunción formal, hace su entrada en escena la subsunción real del trabajo en el capital (Marx, 1981:Secc. 5).

A partir de este momento, una vez que el conocimiento científico en sus distintas disciplinas se incorporó a las máquinas y a la organización fabril, la fuerza productiva del trabajo social aparece como fuerza productiva del capital, donde no son ya –incluso técnicamente hablando– los obreros quienes emplean los medios de producción propiedad de los capitalistas, sino que son los medios de producción “quienes” emplean a los obreros.

## Subsunción y nuevas tecnologías

Si es verdad que Marx distingue entre el “proceso de valorización” como el “proceso económico” en sí del capital en cuanto valor (Marx, Grundrisse:252,24; 218,29), también es necesario destacar la importancia del “proceso de producción”, que no es otro que el “proceso tecnológico” o material del capital.

Por ello, es importante hacer notar que a partir de la subsunción toda la actividad tecnológica tendió a convertirse en asalariada al servicio de la ganancia capitalista. No obstante esto, los investigadores tecnológicos, principalmente de derecha, dan un valor neutro respecto a la acumulación del capital, a la introducción de nuevas tecnologías, pues no entienden que [...] el principio de la gran industria, esto es, el de disolver en sí y para sí a todo proceso de producción en sus elementos constitutivos y, ante todo, el hacerlo sin tener en cuenta y por ningún motivo a la mano humana, creó la ciencia modernísima de la tecnología (Marx, 1972:XIII,Cap. 9).

Es notorio observar que si bien desde tiempos de Marx “el capital no crea la ciencia, sino la explota apropiándose de ella en el proceso productivo” (Marx, 1980:162), no obstante que el proceso se sigue presentando, la influencia en la actualidad de la tecnología se ha hecho más palpable en múltiples horizontes. En particular, en los últimos tiempos han alimentado el enorme mito creado alrededor de los ordenadores y la informática, en donde incluso acepciones como automatización se erigen como los términos modernos creados por nuestra sociedad contemporánea.

Nada de ello más cercano a la realidad. En este último sentido, por ejemplo, el concepto de automatización es empleado por Marx en el sentido de que

[...] este término, en su acepción más rigurosa, entraña la idea de un vasto autómatas compuesto por muchos órganos mecánicos e intelectuales que operan concertadamente y sin interrupción para producir un mismo objeto, estando todos estos órganos subordinados a una fuerza motriz que se mueve a sí misma [...] siendo acogido de esta manera en el proceso de producción del capital, el instrumento de trabajo sufre aún innumerables metamorfosis, la última de las cuales es la máquina..., mejor aún, el sistema automático de máquinas, movido por el autómatas que es la fuerza motriz que se pone en sí misma en movimiento..., este autómatas está compuesto de innumerables órganos mecánicos e intelectuales, lo que determina que los obreros no sean otra cosa que accesorios conscientes (Marx, 1975:127).

De la misma forma, las nuevas tecnologías no difieren de las antiguas, en el sentido de que no fueron fortuitas, sino que correspondieron a la necesidad del capital, tanto de buscar nuevas vías de valorización, como de responder a la creciente insubordinación del trabajo en la producción y a la creciente competencia imperialista.

En el caso de las nuevas tecnologías computacionales, esta necesidad se fue imponiendo desde finales de los sesenta. Paola Manacorda explica este proceso, cuyo desarrollo comienza después de la Segunda Guerra Mundial, primero limitado a la administración pública, para después, gradualmente, extenderse a buena parte de la estructura de la sociedad:

Para ampliar el mercado, para conquistar nuevos clientes, para difundir ordenadores cada vez más veloces y sofisticados, es preciso crear una “necesidad de información”. Por otra parte, esta estrategia de las casas constructoras encuentra fácil alimento en las nuevas condiciones del capitalismo de posguerra. La necesidad de reconvertir la producción, la exigencia de nuevos métodos de control de la mano de obra y la ampliación de los mercados, plantean exigencias efectivas de racionalización de la conducta empresarial para lo que una correcta “política de la información” resulta esencial. Más tarde, la creación de las multinacionales por un lado, con su exigencia de control del mercado mundial, y por otro, la necesidad de superar ciertas formas rígidas de taylorismo, como respuesta a la nueva estrategia del movimiento obrero, harán esta realización inaplazable (Manacorda, en Sorel y Chingo, 1999).

### Subsunción: nuevos trabajos y nuevas tecnologías

Desde el momento en el que el capital se apoderó del conocimiento tecnológico, particularmente con la subsunción real, la ley de la ganancia pasó a exigir su cumplimiento ya no sólo a los asalariados de oficio en general, sino también a los trabajadores intelectuales, diseñadores y a sus procesos mismos, que si no generan plusvalor –o contribuyen a ello– su trabajo es considerado improductivo.

Esto pone de manifiesto, una vez más, el divorcio entre producción y consumo, y la supeditación de la tecnología al capital, impuesta, desde luego, por el sistema económico-social imperante. El hecho de que el carácter de los nuevos trabajos, como los del programador, esté directamente subordinado a la lógica del capital, acorta la supuesta autonomía de estos “nuevos trabajadores de lo inmaterial”, pues así como el maquinismo y la nueva industria liquidó la autonomía de los artesanos, la mayor subsunción formal y real de los trabajadores de la informática al capital acota cada vez más la autonomía, incluso del trabajo intelectual.

La industria del *hardware*, como toda rama de producción en el capitalismo, no escapa a las leyes de la acumulación capitalista, pues en este caso

[...] la máquina reduce el número de obreros ocupados por un determinado capital. Por lo cual, si por una parte se eleva la tasa de plusvalor, por la otra disminuye dicha tasa, ya que reduce el número de obreros simultáneamente por un determinado capital. En segundo lugar, el aumento de la fuerza productiva y, en consecuencia, la caída de los precios de las mercancías y la devaluación de la fuerza de trabajo. Lo que les permiten a ese mismo capital comprar más fuerza de trabajo. De esta manera no sólo aumenta la tasa de plusvalor (correspondiente a cada uno de los obreros), sino también el número de los obreros explotados simultáneamente por el mismo capital. Esto es válido para todos los medios (y, en consecuencia, también para las máquinas) que aumentan las fosas productivas del trabajo (Marx, 1980:141).

Con respecto al *software*, éste tampoco escapa a las leyes de la acumulación capitalista y de la lucha de clases, pues los nuevos trabajadores, en muchos casos diseñadores, están subsumidos realmente al proceso de valorización capitalista más allá de que su actividad práctico-sensorial esté reducida a la deshumanización del individuo en la sociedad capitalista.

**"...la mayor subsunción formal y real de los trabajadores de la informática al capital acota cada vez más la autonomía, incluso del trabajo intelectual".**

Si para Marx “el capitalismo favorece el desarrollo de la ciencia y de la técnica, al mismo tiempo también las separa del trabajo; se apropia de ellas transformándolas en fuerza del capital opuesta al obrero” (Marx, 1980:22), en el caso de los obreros de las tecnologías modernas, la investigadora chilena Paola Manacorda, afirma que:

[...] un análisis del trabajo del programador tal y como se configura en las grandes organizaciones del proceso de datos: es allí donde el programador es un programador todo el tiempo, que no usa la programación como instrumento de su trabajo de investigación, sino que la tiene como única y exclusiva actividad ocho horas al día durante algunos años. Además, el programador industrial es la figura más extendida entre los programadores desde que —hasta ahora más de diez años— la producción de *software* ha asumido características precisamente industriales. Éstas se manifiestan en la organización de los programadores en equipos en el interior de los cuales las competencias son definidas con precisión; en la necesidad de respetar los plazos y de utilizar los recursos (costes, tiempo, horas-máquina) en la forma definida para las oficinas de planificación. El programador pasa a ser así un trabajador colectivo, sujeto a ritmos y a verificaciones de productividad ciertamente menos rígidas que las que sufre un obrero, pero mayores de las que soporta un trabajador intelectual de corte tradicional (Manacorda, en Sorel y Chingo, 1999).

Lo anterior, que en muchos sentidos puede ser extensivo al diseñador, se completa con el hecho de que,

[...] en efecto, es cada vez más cierto que al programador le va quedando poca autonomía en la medida en que le son sustraídas una serie de decisiones en los frentes, estrechamente interdependientes, de la innovación tecnológica y de la organización del trabajo. La máquina (el trabajo muerto), mediante el *software* básico, determina cada vez más estrictamente el tipo de soporte para los datos y la organización de los datos; por su parte, el analista determina los procesos y el tipo de datos a tratar. Los fabricantes de *software* han tratado de hacer frente a los inconvenientes planteados (escaso aumento de la productividad, elevada tasa de errores, rechazo de la organización tayloriana) recurriendo a modificaciones e innovaciones en los dos frentes, de la innovación tecnológica y de la organización del trabajo (Manacorda, en Sorel y Chingo, 1999).

De esta forma, no sólo aumenta la subsunción formal del trabajo de tipo intelectual al capital, sino también la subsunción real, al transformarse la informática y el *software* en enormes ramas de la producción, que, por cierto, son las más dinámicas desde el punto de vista de la valorización del capital en los últimos años, pues el plusvalor "que el capital produce gracias al empleo de maquinaria no se origina en la capacidad de trabajo que la máquina sustituye, sino en las capacidades de trabajo que la máquina utiliza" (Marx, 1980:49).

Estas nuevas ramas de la producción también encierran otras contradicciones, pues si bien es cierto que para algunos estas nuevas tecnologías cumplen su función como elementos incrementadores de la productividad, para otros no hay tal, sino únicamente un incremento y perfeccionamiento de la explotación de la fuerza de trabajo, y ante ello surge la pregunta ¿de qué manera se explica esta aparente contradicción entre la máquina como generadora de la productividad y la máquina únicamente como explotadora de la fuerza de trabajo?

La respuesta (que hasta ahora el autor no cuenta con noticias de que alguien más se haya involucrado en tal temática) está en la distinción entre la tecnología en su "esencia abstracta" y en su "esencia concreta". La máquina, en su "esencia abstracta", es un medio en el proceso del trabajo para el aumento abstracto de la productividad; sin embargo, si nos referimos a la tecnología y la maquinaria en su "esencia concreta", entonces la máquina será capital, tal como lo es el trabajo mismo, es decir, el trabajo como capital tiene igualmente a la máquina como capital, como un instrumento, pero ahora, a diferencia de su "esencia abstracta", es de producción valorizante. Ante tal dicotomía, será necesario detenernos en el análisis de ambas definiciones.

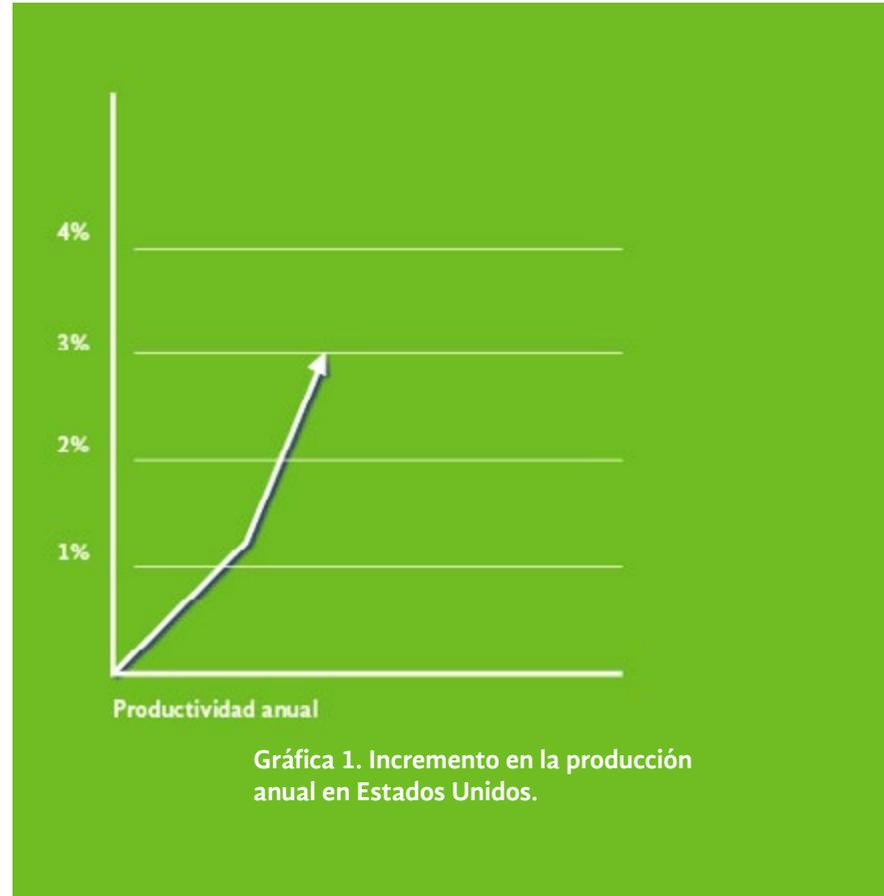
### La tecnología en su "esencia abstracta"

Este tema es abordado en los Grundrisse.<sup>1</sup> En dichos lineamientos Marx señala que el trabajo como trabajo mismo tiene a la máquina como instrumento de producción. De ahí que, en abstracto, para Marx no exista diferencia sustancial, material, o técnica, entre el molino con motor a vapor, en el taller de Watt, de las fábricas inglesas de Manchester, pues cumplen con su objetivo de aumentar la productividad. De la misma manera, el proceso de producción que el capital constituye es idéntico a su proceso de producción industrial en cuanto tal, pues, en este caso, el mecanismo de la plusvalía relativa

"La máquina, en su 'esencia abstracta', es un medio en el proceso del trabajo para el aumento abstracto de la productividad..."

permite acumular y aumentar sin cesar la productividad del trabajo mediante la utilización de máquinas más numerosas y más perfeccionadas, es decir “una disminución del tiempo de trabajo socialmente necesario para producir los bienes de consumo suficientes para el mantenimiento de la fuerza de trabajo, lo que conlleva a una disminución del valor de la fuerza de trabajo” (Salama, 1973:70).

Los propietarios o usufructuarios de las máquinas aumentan con ello el capital, en magnitud de valor, en un proceso continuo en donde se tiende a conquistar nuevas ramas industriales en las que aún existe la subsunción formal, pues “es precisamente la **productividad** del trabajo, la masa de la producción, la masa de la población y la masa de la sobrepoblación, desarrolladas por este modo de producción”, lo que origina “nuevas ramas productivas, en las cuales el capital puede trabajar nuevamente en pequeña escala y recorrer nuevamente los diversos estadios de desarrollo, hasta que también comienzan a explotarse en escala social esas nuevas ramas de la actividad” (Marx, 1981:Cap. VI, 73).



En nuestro caso de estudio, el empleo de las nuevas tecnologías de cómputo justifica nuevas políticas laborales tendientes a la productividad, pues la tendencia del capital “es la de darle un carácter científico a la producción” (Marx, 1978:84). Un ejemplo de ello fue la introducción masiva de nuevas tecnologías en Estados Unidos, donde la productividad anual, que crecía ligeramente por encima del 1% anual a principios de los ochenta, se haya incrementado “hasta 3% como consecuencia de los nuevos adelantos en la automatización gracias a los ordenadores y a la reestructuración de los puestos de trabajo” (Rifkin, 1996:29) (ver Gráfica 1).

## La tecnología en su "esencia concreta"

En su esencia concreta, el proceso de producción capitalista se comporta de manera histórica, ya que la distribución de los productores, la propiedad del trabajo y del producto ha sido determinada de manera concreta en el contrato del intercambio, es decir, la tecnología y la maquinaria en su esencia concreta se convierten, además, en un instrumento de producción valorizante.

Por lo anterior, en el régimen de producción capitalista, el proceso de producción no es sólo un proceso de trabajo, sino que también actúa como soporte del proceso de valorización. Por lo anterior, es que la introducción masiva de la robótica y la informática no pueden ser llevadas hasta sus últimas consecuencias, pues la obstaculizan dos factores:

- 1) Su búsqueda incesante de ganancias.
- 2) Las relaciones de producción capitalistas, que no son otras que los límites que impone la acumulación capitalista; es decir, la necesidad de valorización de capital que pone límites a la difusión masiva de tecnología.

De esta forma, la enorme inversión que esto requeriría haría poco rentable el capital invertido, y dado que la introducción de la tecnología no es un factor independiente, sino que está subordinada a la búsqueda de ganancias, la respuesta no ha sido producir más tecnología para aumentar con ello la productividad, sino emplear estas mismas tecnologías para lograr un mayor control del proceso de trabajo sobre la clase obrera, y, por ende, de una mayor superexplotación de la misma.

Por ello, la teoría de la subsunción permite explicar este desarrollo de la tecnología moderna como un proceso que a partir de este momento soslaya su necesidad de aplicar sus avances a la producción, a fin de perfeccionar la explotación de la fuerza de trabajo. Con ello se enfatiza que:

[...] la tecnología moderna no es un hecho caído del cielo para imponer su marca, benéfica o maléfica, a la cooperación productiva del sujeto social; por el contrario, es el resultado de la imposición de una forma peculiar de cooperación productiva —la que consiste en la pertenencia conjunta de múltiples sujetos trabajadores a un solo capital— a los medios de producción, a sus potencialidades técnicas y a su capacidad de reacción sobre el sujeto que los emplea (Echeverría, 2005:11).

La teoría de la subsunción permite entender que exista un cambio de la forma capitalista de explotación del trabajo asalariado como un intento de recuperar la tasa de ganancia; así lo demuestra el hecho de que lejos de que con la innovación tecnológica se presentara un descenso del número de horas total trabajadas (si aquella tesis del fin del trabajo debido a la innovación tecnológica fuera sostenible), sucede todo lo contrario, puesto que el número de horas ha ido aumentando paulatinamente en todas las realidades laborales.

Jeremy Rifkin menciona que “aunque en los períodos anteriores de nuestra historia, los incrementos en productividad han dado como resultado una firme reducción en el promedio de horas trabajadas, exactamente lo contrario es lo ocurrido en las cuatro décadas transcurridas desde el inicio de la revolución de los ordenadores”, y aunque en su libro sobre el fin del trabajo mencione que

[...] para los utópicos tecnológicos el objetivo del nuevo orden era el uso creciente de tecnologías sofisticadas capaces de generar y garantizar cualquier cosa, desde confort hasta economía, pasando por la comodidad y la exención de preocupaciones que la inteligencia común puede llegar a imaginar (Rifkin, 1996:72).

Lo cierto es que lo que los economistas burgueses hacen parecer como un aumento de productividad, en realidad no se debe esencialmente a un verdadero aumento de la misma, que implicaría inversión en nuevas maquinarias, sino a una intensificación del trabajo de los empleados que explota.

El proceso de acumulación capitalista extiende la explotación del trabajo asalariado, pues es su única fuente de valorización, en una unidad contradictoria que al tiempo que absorbe obreros, también los expulsa. Dado que el proceso inherente a la producción capitalista, como consecuencia de la lógica de cada capitalista de maximizar sus ganancias, y por ende la presión constante a la innovación tecnológica, lleva a que el proceso de producción esté cada vez más determinado por el trabajo muerto economizando tiempo de trabajo (a costa del trabajo vivo), reduciendo el tiempo de trabajo necesario para la producción.

**“... la tecnología y la maquinaria en su ‘esencia concreta’ se convierten, además, en un instrumento de producción valorizante”**

La forma en que el sistema de producción capitalista, entonces, aumenta su productividad de trabajo, es mediante emplear menos trabajadores, es decir la disminución relativa del capital variable. En otras palabras, la nueva inversión emplea menos. De esta forma, el desarrollo del proceso de acumulación capitalista favorece la creación de un ejército industrial que es utilizado por el capital para deprimir el valor de los salarios y, por lo tanto, el valor de la fuerza de trabajo ocupada.

De esta forma se demuestra que, lejos del “tecnoparaiso” que describe Rifkin, el capital no se atreve a invertir en gran escala con nuevas innovaciones y tecnologías que desarrollen la productividad, en tanto el sector donde se desenvuelva sea susceptible a deprimir el valor de los salarios y a una mayor explotación de la fuerza de trabajo. El hecho de que esta explotación aumente la tasa de ganancia, demerita la posibilidad de invertir en nuevas tecnologías por el alto costo que siempre ha implicado su investigación y desarrollo; sólo en algunas situaciones, y de acuerdo con Marx:

[...] solamente en algunos casos aislados, con la introducción de la maquinaria, el capitalista tiende a la reducción directa del salario, aunque esto sucede cada vez que en lugar de trabajo calificado se ocupa trabajo simple y, en lugar del trabajo de hombres adultos, el trabajo de mujeres y niños (Marx, 1980:38).

Sin embargo, para muchos, y no obstante las contradicciones que encierra el vertiginoso desarrollo tecnológico:

[...] en la actualidad, el sueño utópico, con más de cien años de vida, el futuro del tecnoparaiso vuelve a adquirir vigencia. Las tecnologías de información y la revolución de las comunicaciones han reavivado la promesa largamente anticipada de un mundo prácticamente carente de trabajo para el siglo venidero (Rifkin, 1996:72).

¿Es posible que el capital desarrolle las vías económicas y políticas para introducir en forma masiva las nuevas tecnologías, liquidando en amplia escala al trabajo humano?

## Consideraciones finales

En la actualidad, cada vez es más común que en prácticamente todos los ámbitos el diseño se presente una paulatina “tecnología” en sus procesos. Este hecho hace pensar en la posibilidad futura de que conforme los requerimientos mundiales lo soliciten, se llegue a una total dependencia tecnológica con el ámbito que nos rodea. Sin embargo, el hecho de que el capital encuentre las vías económicas y políticas para introducir en forma masiva las nuevas tecnologías y con ello la abolición en amplia escala del trabajo humano asalariado, destruiría la única fuente de riqueza que en el sistema es apropiada en forma privada por los capitalistas: la creación de plusvalía.

En esta situación, no sólo el futuro de la clase obrera estaría amenazado, sino la misma existencia del régimen capitalista de producción al liquidar a la clase obrera, que, de acuerdo con Marx, es fundamental para el capital, debido a su concentración y su ubicación en relación a los medios de producción. De hecho, la hipotética introducción generalizada de los avances de la ciencia y la tecnología en la producción y el diseño, reemplazando cualitativamente la fuerza de trabajo, liquidaría los fundamentos del régimen de producción capitalista, pues en el proceso de circulación, en donde también el obrero es consumidor, ninguna máquina o robot podría sustituirlo en tal acto.



En realidad, la descripción de un “taller sin hombres” se convierte en una imagen de ciencia ficción. Como dice Coriat, en *El taller y el robot*,

[...] el taller –a fortiori la fábrica del mañana– no es una fábrica sin hombres. Esta imagen tenaz, profundamente difundida, no sólo no corresponde a nada observable –si no es en minisecciones de producción– sino que obstaculiza la comprensión de lo que está verdaderamente en juego. El futuro, de ninguna manera, es la automatización integral de las tareas y las funciones. Cualquiera que sean las orientaciones “tecnologicistas” localizables aquí o allá en algunas prácticas de empresas, la “automatización total” es impracticable, por razones tanto científicas y técnicas como financieras, y eso vale para todo el horizonte del futuro previsible... finalmente corresponderá a los ingenieros... y a los obreros de la época decidir sobre el futuro, en el que hoy se comprometen nuestras sociedades (Coriat, 1992:257).

Desde la primera revolución industrial hasta la actual e incipiente, denominada industria 4.0, el objetivo ha sido mejorar los modos y medios de producción, y dichos cambios han generado paulatinamente el desplazamiento de la mano de obra del proceso productivo. La fábrica inteligente, si bien apuesta en gran medida por un ecosistema digital en la industria, al proponer el uso de las nuevas tecnologías (informática y *software*), y en consecuencia reducir aún más el uso de los operarios (as), también

propone la generación de diversos puestos de trabajo, empleos calificados y bien remunerados, creación de nuevos productos y tecnologías que den abasto a las necesidades de la industria 4.0, abriendo con ello oportunidades laborales y mejorando la calidad de vida de los “obreros”. Habría que ver en un futuro si el paradigma positivo que ofrece el denominado internet industrial es una opción conveniente para la industria y la sociedad en todo el amplio espectro económico, social y cultural, en que estos dos grandes entes se constituyen.

Lo anterior también abre un amplio panorama para vislumbrar el nuevo rumbo de los sistemas educativos y formativos del país, pues es inminente que las necesidades y oportunidades que demanda y ofrece la industria 4.0 se vincula fuertemente con nuevas profesiones, especializaciones y actualizaciones de programas de estudio, entre otras que hagan frente a esta nueva revolución industrial.

Finalmente, si la esencia de estos cambios radica de una manera preponderante en la problemática de los diseños, es poco probable que sea alguien ajeno al diseñador quien oriente las perspectivas que traen consigo los problemas tecnológicos en el decurso del siglo XXI.



## Notas

1 Esta información se analiza en los *Grundrisse*, Cuaderno II, desde la página 18, hasta el Cuaderno III, página 21 del manuscrito original (entre noviembre y diciembre de 1857) y en la sección 7: De la Exterioridad a la Subsunción: Capital y Trabajo (206, 36-261, 40; 177,33-227, 9). Puede compararse con Marx (1978) (primera mitad). Para un análisis comentado véase Dussel (1985), Cap. 7: “De la Exterioridad a la Subsunción”.

## Referencias

- Coriat, B. (1992). *El taller y el robot: Ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la informática*. Siglo XXI.
- Dussel, E. (1985). *La producción teórica de Marx: un comentario a los Grundrisse*. Siglo XXI.
- Echeverría B. (2005). *Presentación a la Tecnología del Capital*, en Marx, K., La tecnología del capital, subsunción formal y subsunción real del proceso de trabajo al proceso de valorización (Extractos del manuscrito 1861-1863). Itaca.
- Marx, K. (1980). *Capital y Tecnología*. Manuscritos de 1861-1863. Manuscritos al cuidado de Piero Bolchini, trad. de Alfonso García. Terra Nova.
- Marx, K. (1981). *El Capital, libro I, capítulo VI (Inédito)*. Siglo XXI.
- Marx, K. (1972). *El Capital, tomos I, II, III*. Siglo XXI.
- Marx, K. (1975). *El maquinismo automatizado*. Ediciones de Cultura Popular.
- Marx, K. *La tecnología del capital, subsunción formal y subsunción real del proceso de trabajo al proceso de valorización (Extractos del manuscrito 1861-1863)*. Sel. y trad. de Bolívar Echeverría (Tomado de K. Marx, & F. Engels, MEGA, Gesamtausgabe, II, 3., Dietz Verlag, Berlín (RDA), 1981. Los fragmentos traducidos corresponden a los cuadernos: II, pp. 82-84; IV, pp. 234 236 y 252 254; XIX, pp. 2013, 2017, 2020-2030, y XX, pp. 2053 y 2058; publicado originalmente en Cuadernos Políticos, núm. 37, julio-septiembre, ERA, 1983.
- Marx, K. (1978A). *Líneas fundamentales de la crítica de la economía política (Grundrisse), primera mitad*. OME 22, Grijalbo, Crítica.
- Marx, K. (1978B). *Líneas fundamentales de la crítica de la economía política (Grundrisse), segunda mitad*. OME 22, Grijalbo, Crítica.
- Negri, A., & Hardt, M. (2000). *Imperio*. Harvard University Press.
- Pradilla, E. (2005). *La globalización imperialista y las ciudades latinoamericanas*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- Rifkin, J. (1996). *El fin del trabajo. Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era*. Paidós.
- Salama, P., & Balier, J. (1973). *Una introducción a la economía política*. ERA.
- Sanderson, M., & Croft, B. (1999). *Deriving Concept hierarchies from text*. Proceedings of 22nd ACM-SIGIR International Conference on Research and Development in Information Retrieval (pp. 206-212).
- Sorel, J., & Chingo, J. (1999). *¿Crisis del trabajo? o crisis del capitalismo? Estrategia Internacional*. núms. 11/12, abril-mayo.



# Percepción y pensamiento visual

## Perception and visual thinking

Dra. María Teresa Olalde Ramos.\* Licenciatura en Diseño de la Comunicación Gráfica, UAM-A; Maestría en Comunicación y Tecnologías Educativas, ILCE. Doctorado en Diseño y Visualización de la Información, UAM-A. Más de 40 años de docencia en la UAM-A, en la Licenciatura de Diseño de la Comunicación Gráfica y el Posgrado en Visualización de la Información. Ha desarrollado varios cursos dentro de los espacios virtuales para educación a distancia, también ha elaborado materiales didácticos de apoyo para varios cursos de la licenciatura para modalidad presencial y virtual. Líneas y temas de investigación: educación y diseño, el diseño gráfico en el espacio urbano, semiótica de la imagen y composición visual. Ha participado en conferencias en eventos nacionales e internacionales y ha publicado capítulos de libros, artículos en memorias y revistas especializadas de investigación: *Educación a distancia y nuevos ambientes de aprendizaje; E-learning, aprendizaje y nuevas tecnologías; Apreciación artística y educación de los sentimientos; El lenguaje gráfico del cómic o historieta; Signos convencionales de comunicación; Las Vegas. Ciudad de rótulos escenográficos; Creatividad y Alfabetidad en el diseño de mensajes visuales*, entre otros.

“Porque lo visible es el conjunto de imágenes que el ojo crea al mirar y la realidad se hace visible al ser percibida”.

J. Berger

### Resumen

La intención de este texto es mostrar la importancia de visualización de la información en la comprensión e interpretación de la misma. El procesamiento de la información es importante en el desarrollo del proceso cognitivo, porque a partir de una experiencia visual el cerebro se encarga de construir conceptos perceptuales que permiten apprehender lo que vemos. La visualización de datos es una manera de transmitir conceptos, que puede apoyarnos en el mejor entendimiento de la información y el papel que desempeña el pensamiento visual como apoyo a la capacidad que tenemos para analizar lo que estamos mirando.

**Palabras clave:** Visualización de información, percepción visual, pensamiento visual.

### Abstract

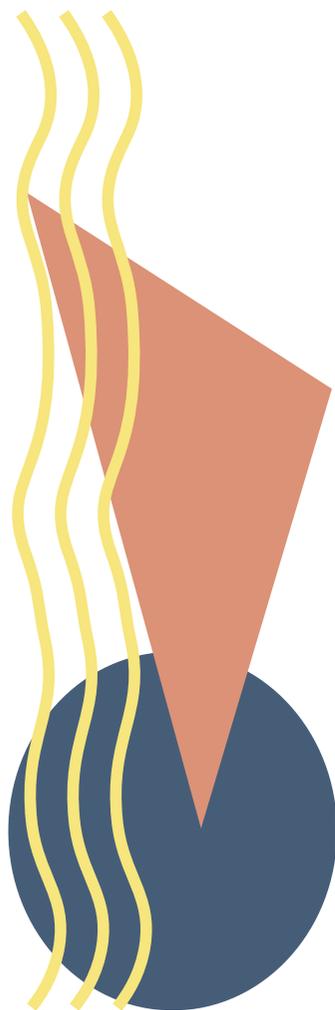
The intention of this text is show the importance on information visualization in its understanding and interpretation. Processing information is important in the development of the cognitive process, because from a visual experience, the brain can easy built perceptual concepts that allow us to apprehend what we see. Data visualization is a way of transmitting concepts that can help us to better understand information and the role that visual thinking plays in supporting our ability to analyze what we are looking at.

**Keywords:** Information visualization, visual perception, visual thinking.

## Introducción

Actualmente, en las sociedades digitales nos desenvolvemos dentro de un mundo en donde la rapidez y la inmediatez en el consumo de información han dejado de lado al lenguaje verbal, ponderando el textual icónico, en donde la mayor parte de la información que recibimos es a través del sentido de la vista.

[...] no hace falta remitirse a datos estadísticos —más del 94 por 100 de las informaciones que el hombre contemporáneo, habitante de las grandes urbes, recibe se analiza a través de los sentidos de la vista y el oído; más del 80 por 100, específicamente, a través del mecanismo de la percepción visual— para caer en la cuenta de que la información y la cultura que se genera en nuestros días tienen un tratamiento predominantemente visual (Zunzunegui, 2007:21).



De acuerdo con las teorías de desarrollo infantil de Piaget, se puede suponer que los humanos tenemos la capacidad de pensar y comprender el mundo a través de imágenes antes que con palabras, y que al pasar de los años el niño aprende a comunicarse de manera verbal con palabras y posteriormente con textos escritos, sin embargo, antes de eso utiliza dibujos como medio de comunicación. Al respecto, Santrock (2013) comenta que durante la etapa llamada de función simbólica, los niños desarrollan la capacidad de entender, representar, recordar y crear objetos en sus mentes sin tenerlos frente a ellos,<sup>1</sup> lo que nos lleva a cuestionarnos si ¿pensamos en palabras o en imágenes?, y, más lejos aún, ¿cómo estamos procesando la correlación entre el estímulo de la imagen que recibe nuestra mente y su búsqueda instantánea de significado para lo que estamos viendo?<sup>2</sup>

Otl Aicher (2001) dice que a pesar de toda la tecnología digital, el hombre sigue siendo un ser que piensa analógicamente, que piensa en imágenes. “Pensamos en imágenes. Imagen no entendida aquí como imagen pintada, sino al marco con diferentes contenidos que son simultáneamente perceptibles y comparables, y por ello, valorables” (Aicher, 2001:80). Por otro lado, Joan Costa (2003) expone que en la comunicación gráfica existen dos polos principales: el de quienes piensan con palabras (pensamiento lineal) y el de quienes piensan con imágenes (que piensan en superficies).

Al respecto, Maurizio Vitta (2003), opina que:

Cuando el hombre piensa una cosa, siempre piensa necesariamente en una imagen porque las imágenes son como sensaciones, sólo que carentes de materia. Por consiguiente “las primeras nociones no se producen sin imágenes”: las imágenes mentales, esto es, las representaciones que el pensamiento hace de las cosas, constituyen el vehículo privilegiado para acceder al conocimiento (Vitta, 2003:33).

Por otro lado, J. Berger (2010), sostiene que la comunicación visual por medio de trazos, en un lenguaje (textual e icónico), nos impone una cierta complicidad psicoocular, porque el acto de leer un texto y el de percibir unas formas movilizan dos clases de energía: la óptica, o sea los mecanismos de visión, y la psicológica cognitiva, que implica la “semiosis”<sup>3</sup> o la formación del significado en la mente del espectador. Asimismo, dice que los individuos que leen un texto siguen un movimiento lineal, monótono y repetitivo, porque los ojos se arrastran a lo largo de la línea de texto. Sin embargo, los que piensan en imágenes piensan en superficie, en donde el fondo es parte constitutiva de la forma y la mirada es libre de vagar a través de toda ella.

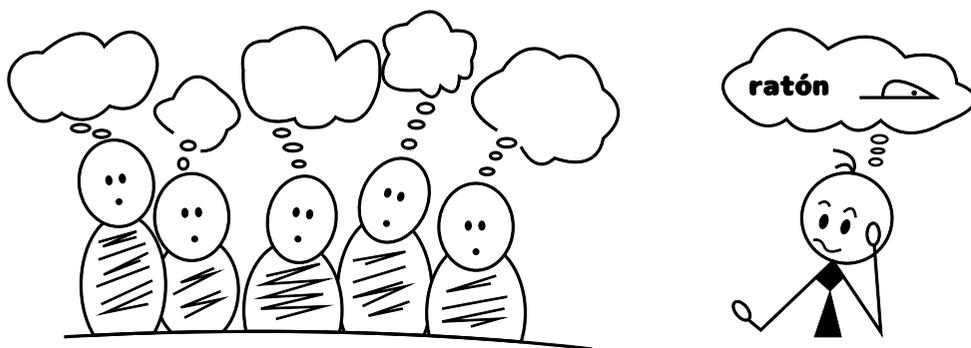


Figura 1. Percepción-pensamiento-significación.  
Fuente: elaboración propia (agosto, 2019).

Alberich (2012) dice que a partir de una experiencia visual, el cerebro se encarga de construir rápidamente conceptos perceptuales que nos permiten aprehender –llegar a reconocer, formar un modelo propio– lo que vemos. Será interesante entender los mecanismos de percepción y representación visual, que es en donde nuestro cerebro reconstruye e interpreta las señales que provienen de estímulos exteriores.

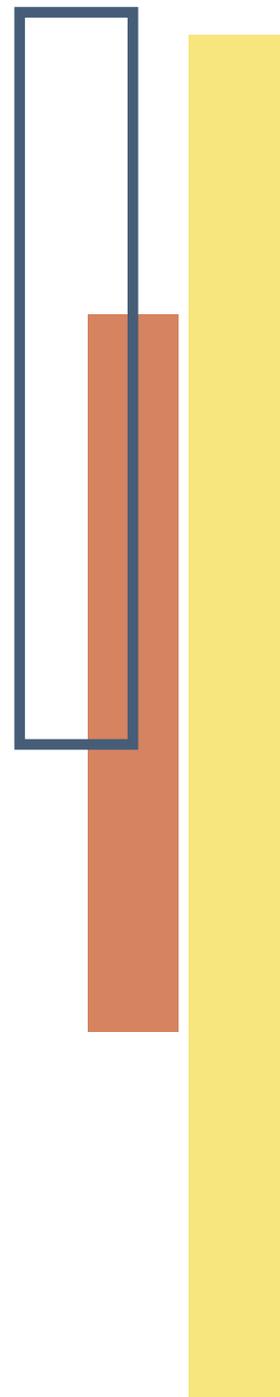
## La percepción

La percepción es la capacidad que tienen los organismos para obtener información sobre su contexto a partir de los efectos que producen los estímulos sobre sus sistemas sensoriales, esto les permite interactuar adecuadamente con su medio ambiente.

Matlin y Foley (1996) dicen que la percepción es el procedimiento cerebral primario de la información que proviene de nuestros sentidos, y se refiere a la conciencia que tenemos de los objetos y de sus relaciones entre sí, es decir, es la forma en la que el cerebro humano interpreta los estímulos sensoriales que recibe a través de los sentidos: vista, oído, gusto, tacto y olfato.

Las teorías sobre la percepción vienen desde los filósofos griegos, hace ya más de dos mil años, cuando Platón pensaba que el alma era la que posibilitaba la percepción, mientras que Aristóteles pensaba que provenía del funcionamiento de los sentidos y de la asociación de eventos e ideas. Más tarde, Descartes sostuvo que la mente no era “algo que se iba llenando”, sino que de antemano ya se poseían ideas específicas sobre los objetos, tales como tamaño y forma.

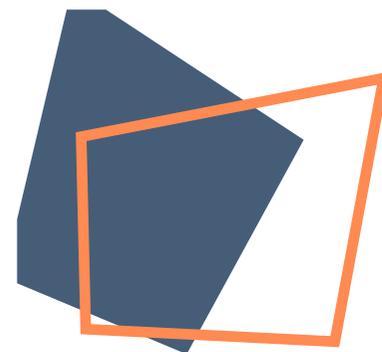
Posteriormente continuaron los estudios fisiológicos del ojo y los aspectos físicos de la luz, y en 1826 Müller propuso la “ley de energías nerviosas específicas”, según la cual las cualidades de la percepción no se deben a los objetos, sino a las características de cada una de las vías sensoriales a través de las cuales se captan los estímulos físicos del medio ambiente. Poco después George Berkeley se enfrentó al fenómeno de percepción en tercera dimensión y, según la postura empirista, sostuvo que para que se produjera la percepción era necesario que las experiencias sensoriales básicas fueran combinadas por el aprendizaje.



Más adelante, en el siglo XVIII Kant señaló que la mente generaba la concepción del tiempo y del espacio de acuerdo a la información que recibía. También William James, empirista moderno, decía que “los neonatos viven en un mundo de confusión que, por medio del aprendizaje, llega a ser ordenado” (en Matlin & Foley, 1996:6). Por otro lado, los empiristas Hobbes, Locke y Hume sostenían la teoría de la diferencia entre sentir y conocer, y decían que el conocimiento llega por los sentidos, y que la mente inteligente actúa sobre las sensaciones; señalaban que al nacer los individuos tienen la mente “en blanco”, y conforme van teniendo experiencias, van adquiriendo conocimientos.

A principios del siglo XX, un grupo de psicólogos alemanes, entre los que se puede nombrar a Max Wertheimer, Wolfgang Köhler y Kurt Koffka, que en oposición a los empiristas crearon la escuela de Gestalt,<sup>4</sup> en la cual, a través de estudios científicos sobre percepción, mostraron que los individuos perciben los objetos de manera organizada como estructuras completas, más que como partes aisladas y que lo que se percibe es más que la mera acumulación de las partes individuales. Es decir que el entorno se percibe de forma global y que todo se organiza a través de leyes innatas que les dan forma a unidades completas de elementos, las cuales también se interrelacionan entre sí y crean configuraciones nuevas con propiedades específicas.<sup>5</sup>

A partir de lo anterior desarrollaron varios postulados en torno a los principios de organización de las formas.



Los estudios sobre percepción se vieron disminuidos de los años treinta a los sesenta, pero pronto aparecieron otros psicólogos que se interesaron por temas más específicos, como fue el caso de James Gibson (1974), quien se dedicó al estudio de la percepción visual, postulando la teoría de la “percepción directa”,<sup>6</sup> según la cual podemos percibir directamente el medio que nos rodea a partir de la información de los estímulos; sostiene que no se necesitan los recuerdos o procesos elaborados de razonamiento porque considera que el ambiente que nos rodea contiene toda la información necesaria para explicar la percepción y que únicamente se tiene que efectuar el proceso de ser percibida por el ojo, es decir, que la percepción es una respuesta a la entrada de información como estímulo. Asimismo, en su texto *La percepción del mundo visual*, Gibson expone que la percepción está organizada en sistemas perceptuales, los cuales realizan el proceso de búsqueda y obtención de la información, a través de los cinco sistemas perceptuales principales, que son: orientación básica, háptico, de gusto-olfato, auditivo y visual.

Posteriormente surgieron otras teorías sobre la percepción, como la del “procesamiento de la información”, que se interesaron en las ciencias de la comunicación y la computación e identificaron procesos psicológicos que se pudieran interconectar entre sí, proponiendo patrones específicos de información. En 1981 Uthal dijo que la sensación, la percepción y otros procesos mentales superiores están más bien interconectados que aislados.

Cuando se refiere al enfoque computacional menciona que puede ser muy parecido al de Gibson porque reconoce la riqueza de los estímulos visuales, pero es diferente en que intenta resolver problemas perceptuales con el conocimiento físico general, más que con el conocimiento específico de los objetos (en Matlin & Foley, 1996:8).

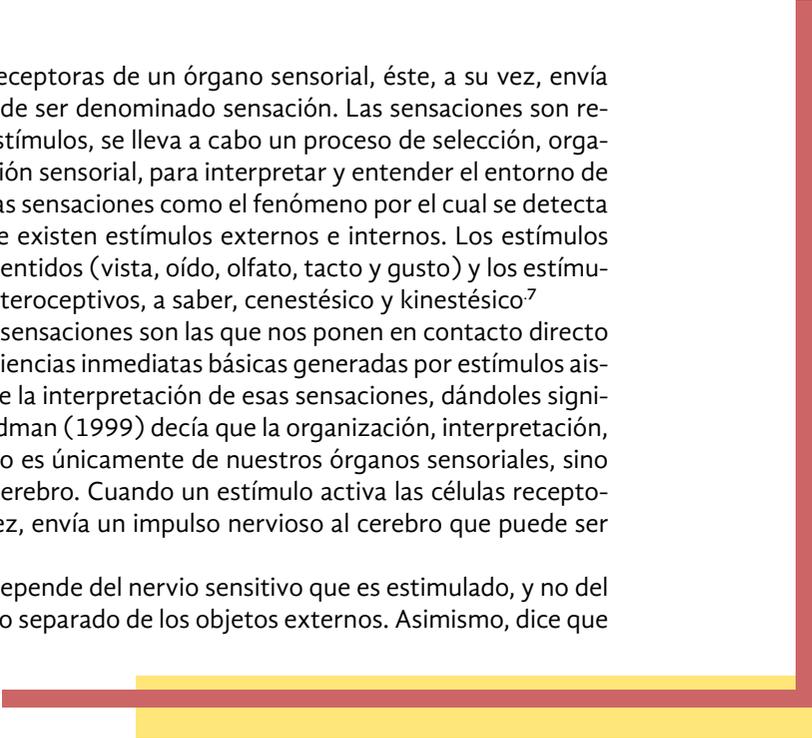
Todos los individuos perciben estímulos exteriores que reciben como sensaciones, y aunque pueden ser los mismos para todos los individuos, cada uno percibe de manera diferente.

### Las sensaciones

Cuando un estímulo activa las células receptoras de un órgano sensorial, éste, a su vez, envía un impulso nervioso al cerebro que puede ser denominado sensación. Las sensaciones son recibidas mediante la percepción de los estímulos, se lleva a cabo un proceso de selección, organización e interpretación de la información sensorial, para interpretar y entender el entorno de donde proviene. La psicología define a las sensaciones como el fenómeno por el cual se detecta un estímulo, sin embargo considera que existen estímulos externos e internos. Los estímulos externos son percibidos a través de los sentidos (vista, oído, olfato, tacto y gusto) y los estímulos internos derivados de los sentidos interoceptivos, a saber, cenestésico y kinestésico<sup>7</sup>

Matlin & Foley (1996) decían que las sensaciones son las que nos ponen en contacto directo con el mundo exterior, a través de experiencias inmediatas básicas generadas por estímulos aislados simples y que la percepción incluye la interpretación de esas sensaciones, dándoles significado y organización. Por otro lado, Feldman (1999) decía que la organización, interpretación, análisis e integración de los estímulos no es únicamente de nuestros órganos sensoriales, sino también implica funciones en nuestro cerebro. Cuando un estímulo activa las células receptoras de un órgano sensorial, éste, a su vez, envía un impulso nervioso al cerebro que puede ser denominado sensación.

Según Coehen (1991), la sensación depende del nervio sensitivo que es estimulado, y no del estímulo, o sea que es un acontecimiento separado de los objetos externos. Asimismo, dice que



las sensaciones visuales resultan de la estimulación del nervio óptico y que el nervio de cada sentido parece ser apto para un solo tipo de sensación, y que en “la interpretación significativa de las sensaciones, como representantes de los objetos externos, la percepción es el conocimiento de ‘lo que está ahí afuera’” (Coehen, 1991:9), sin embargo, enfatiza lo siguiente:

Las sensaciones y las percepciones son notablemente disímiles. Un color (sensación) difiere de un objeto coloreado (percepción). [...] Las percepciones son únicas representantes internas de los objetos externos, la reflexión de la materia en la mente. Desde el punto de vista empírico, los receptores son la única puerta para la transmisión hacia el interior de la información externa (Cohen, 1991:10-11).

Sin embargo, es importante considerar que aunque los estímulos sensoriales pueden ser los mismos para todos los individuos, cada uno percibe de manera diferente, a causa de la misma sensación o estímulo físico y a los *inputs*<sup>8</sup> internos que provienen de sí mismos.

Se puede suponer que la base del conocimiento sensible no radica únicamente en la sensación que recibimos, sino en la manera en que la percibimos y la interpretamos, porque de acuerdo con Dewey (2008), lo estético yace al interior del individuo, y en la medida en que se hace presente en cada vivencia humana, toma la forma de “experiencia estética”, y que esta experiencia aparece como resultado de la interacción de los hombres con su entorno, de tal modo que se amplían las valoraciones que aquellos tienen acerca de éste.

## Percepción y cognición

La percepción es un subsistema del sistema cognitivo que es más complejo, formado por diferentes facultades, como: percepción sensorial, memoria, atención, conocimiento, reconocimiento, entendimiento, conciencia, representación e interpretación, entre otras. Para cada tipo de percepción se necesitan diferentes habilidades, y se puede decir que el desarrollo de las mismas facilita el proceso cognitivo, a lo que Merchán Price y Henao Calderón (2011) opinan que:

La velocidad perceptual establece la habilidad para realizar tareas de procesamiento visual rápidamente con un esfuerzo cognitivo mínimo. Influye en la habilidad para procesar la información visual rápida y eficazmente (Leonards *et al.*, 2002). Si la información se procesa lentamente, se afectará la comprensión del material de lectura. No es posible comprender el significado de lo que se lee hasta que se aprenda a identificar las letras y palabras automáticamente (Blythe *et al.*, 2009). La memoria visual es la habilidad para recordar el material visualmente presentado (p. 96).

Por otro lado, Flax (2006) (en Scheiman, 2006) opina que la experiencia visual y el procesamiento de la información son factores muy importantes en el desarrollo cognitivo, y que la velocidad perceptual influye notablemente en el procesamiento de la información visual, al tener que realizar menor esfuerzo cognitivo.

Al respecto Berger (2010) dice que:

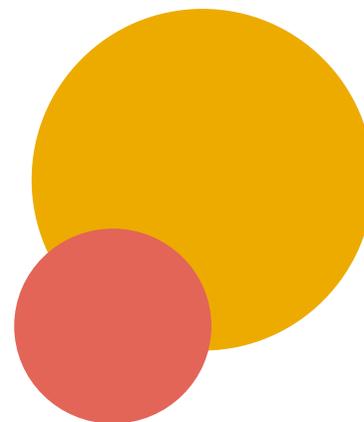
La vista llega antes que las palabras, el niño mira y ve antes de hablar [...] La vista es la que establece nuestro lugar en el mundo circundante; explicamos ese mundo con palabras [...] Pero el hecho de que la vista llegue antes que el habla, y que las palabras nunca cubran por completo la función de la vista, no implica que ésta sea una pura reacción mecánica a ciertos estímulos (Berger, 2010:13-14).

También señala que:

Poco después de que podemos ver somos conscientes de que también nosotros podemos ser vistos. El ojo del otro se combina con nuestro ojo para dar plena credibilidad al hecho de que formamos parte del mundo visible. Toda imagen encarna un modo de ver [...] Sin embargo, aunque toda imagen encarna un modo de ver, nuestra percepción o apreciación de una imagen depende también de nuestro propio modo de ver (Berger, 2010:15-16).

Porque nunca miramos una sola cosa, lo que precisamente miramos es la relación entre esa cosa y las otras que se encuentran en su entorno y con nosotros mismos, se puede decir que la percepción visual no es absoluta, sino relativa, es decir, que no tiene lugar en el vacío, sino que ocurre siempre en un contexto, y esto es lo que le ayuda a darle significado a lo que percibimos. Joan Costa (2003) dice que “El ojo ve. La mirada mira. [...] El ojo es receptor de sensaciones luminosas. La mirada es activa: busca, escudriña, exige y contempla; absorbe información, emociones y valores” (Costa, 2003:15), y por otro lado, Aicher (2001) opina que “[...] lo que vemos no es el ojo sino un sistema formado por el ojo, el cerebro, la memoria, el aprendizaje y la educación cultural” (Aicher, 2001:66).

Una de las principales capacidades sensoriales con las que cuenta el hombre es la percepción visual, entendida como la capacidad de interpretar nuestro entorno a través del sentido de la vista. Al respecto, Costa (1998) dice que:



Los límites del mundo visible son los límites de nuestra visibilidad: los alcances del ojo humano. [...] los ojos nos proveen de sensaciones retinianas que son la materia prima de la visión. La mente se sirve de esta “materia bruta” para transformarla en productos acabados, que son exactamente el efecto de la percepción (Costa, 1998:13 y 59).

Debido a que la enorme cantidad de información que nos llega a través de los ojos al cerebro, de manera inconsciente es filtrada en mayor o menor grado y únicamente se procesa sólo aquella que consideramos necesaria, ignorando el resto. Prestar atención consiste en una respuesta cerebral manifestada como un esfuerzo neurocognitivo consciente e inconsciente, que precede a la percepción, a la intención y a la acción.

Aicher (2001) dice que:

El hombre piensa con los medios de la percepción, y percibe con ayuda del pensar. Su pensar es un pensar analógico, un pensar vidente. Percibir y pensar pueden ser separados conceptualmente, pero en el fondo, se trata de dos aspectos del mismo proceso (Aicher, 2001:80).

Según Berman y Colby, (2009), citado en Merchán y Calderón (2011, p. 96), la atención visual es un proceso de búsqueda de estímulos que influyen en el procesamiento de la información, que se compone de tres elementos separados, pero que se interrelacionan entre sí: llamar la atención, tomar decisiones y mantener la atención.

Para extraer el significado de un mensaje escrito, el cerebro se apoya en el examen secuencial, avanza linealmente y construye el sentido del texto a partir de una suma progresiva de los elementos que lo integran: letras, palabras, frases y párrafos. Sin embargo, para entender una imagen, el cerebro trabaja de un modo distinto, procesando de manera global todas las partes del conjunto que percibe creando de golpe el sentido del mensaje gráfico.

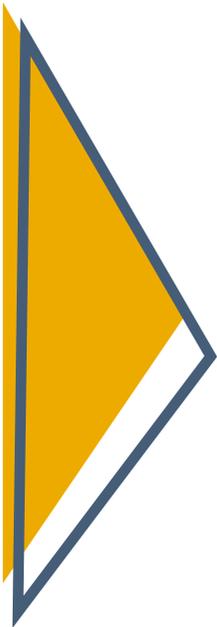
Según Jardí (2012):

Cuando leemos imágenes, nuestra mente pone en marcha un proceso completamente distinto al de la lectura de un texto. Muchas imágenes guardan una pequeña adivinanza y, para entenderlas, exigen que les dediquemos un cierto tiempo de lectura y que realicemos un pequeño esfuerzo. Esto es justamente lo que nos recompensa (Jardí, 2012:117).

## Pensamiento visual

Rudolf Arnheim afirmó en su obra fundacional *Visual Thinking*, de 1969, que “la visión es el medio primordial del pensamiento”. Pensar requiere y depende de las imágenes, y por eso la percepción visual es imprescindible para la formación de conceptos mentales.

Consideraba que éste es un proceso completamente innato, porque cuando nacemos aprendemos a identificar de manera visual y posteriormente aprendemos el lenguaje verbal, designar todo lo que nos rodea; decía que el pensamiento visual es la capacidad que tenemos como humanos para descubrir, generar, desarrollar, manipular, relacionar y compartir ideas de un modo rápido e intuitivo.



Asímimo, describió el pensamiento visual como un tipo de pensamiento metafórico e inconsciente, en donde la habilidad de ver formas visuales como imágenes (dibujos, símbolos, signos) necesita la unión de la percepción y la concepción; es decir, es pensar conscientemente usando los mecanismos del procesamiento visual inconsciente del cerebro.

Hay muchos métodos para desarrollar este pensamiento visual y uno de los más recientes es el creado por Dan Roam (2008), un facilitador visual que ha publicado varios libros sobre el tema. Él sintetiza el proceso de pensar visualmente en cuatro fases:

- Mirar o recolectar información y seleccionarla, concentrándose en lo importante y desechando lo accesorio.
- Ver o reconocer patrones, seleccionar lo interesante y agrupar la información escogida.
- Imaginar o reorganizar la información vista para detectar la invisible, hacer surgir las nuevas ideas.
- Mostrar o sintetizar todo y clarificarlo con el marco visual adecuado.

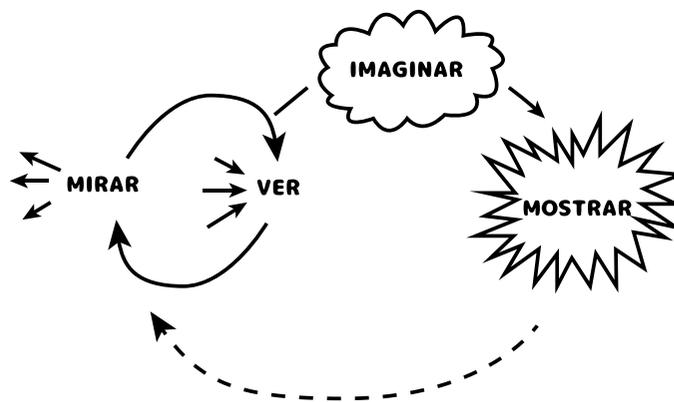


Figura 2. Proceso de pensamiento visual. Fuente: Roam (2008:48).

La acción de mostrar una información de modo visual es una acción del "visualista", cuyo propósito es hacer visible algo que no lo es, para que sea comprendido, a través de la combinación de formas, colores y estructuras gráficas significantes.

Visualizar la información, ¿para qué y para quiénes? Esta pregunta incluye en sí dos constataciones. Primera, el hecho obvio de que existe información que "no es visual", y por eso hay que hacerla visible para acceder a ella. Entre la información no visual está la información *textual* –que no es icónica para ser vista, sino escrita para ser leída–; o la información *auditiva* –no para ser vista ni leída, sino para ser escuchada–. La segunda constatación incluida en la pregunta es que existe, efectivamente, información "para ser vista". Informaciones que han de ser "hechas visibles" para *hacerlas comprensibles* (Costa, 1998:24).

La visualización de la información es una manera de transmitir información de una manera universal, que se vale de gráficos para apoyar el análisis de datos, mostrando patrones, tendencias y correlaciones que, de otro modo, podrían pasar desapercibidos en los informes, tablas u hojas de cálculo tradicionales, porque al apreciar los datos de manera visual se facilita su comparación, dando mejor sentido a la información.

## Conclusiones

Como se ha mencionado anteriormente, es importante destacar cómo, día con día, la información crece y crece de manera desmedida y la visualización de la misma se hace cada vez más necesaria, en donde su difusión es masiva y universal, porque a través de gráficos nos ayuda a la presentación de datos de manera significativa y comprensible. Por lo tanto, desde una misma perspectiva, se puede considerar que el diseño y la visualización son la interfaz práctica entre la intencionalidad de explicación de algo y la intencionalidad de comprensión de ideas y fenómenos.

Visualizar es un concepto relacionado con ver algo; sin embargo, no se trata de un proceso convencional, sino que se fundamenta en la imaginación y el pensamiento. Porque nuestra imaginación tiene la capacidad de modelar sensaciones de cualquier tipo, desarrollando mentalmente una imagen de algo intangible o abstracto, otorgándole características visibles, para propiciar experiencias útiles y significativas.

Es una realidad que estamos volviendo a utilizar la imagen como herramienta de comunicación y forma de pensamiento, y ante este fenómeno necesitamos aprender a leer críticamente las imágenes y alfabetizarnos visualmente (Aicher, 2001).

Para ello, tenemos que entender los mecanismos de la representación visual: nuestro cerebro reconstruye e interpreta las señales nerviosas que recibe desde nuestros ojos, por lo que se dice que no vemos con los ojos, sino con el cerebro, porque el 80% del cerebro está diseñado para asimilar y procesar imágenes, por lo que le supone menos esfuerzo que leer un texto; de ahí radica el éxito del pensamiento visual y su creciente utilización en los últimos años.

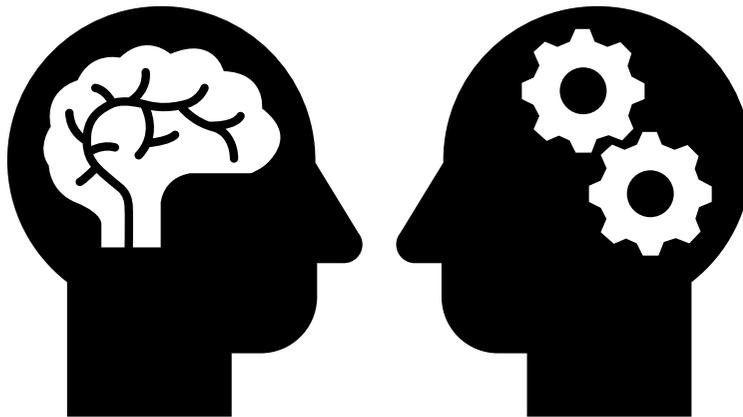
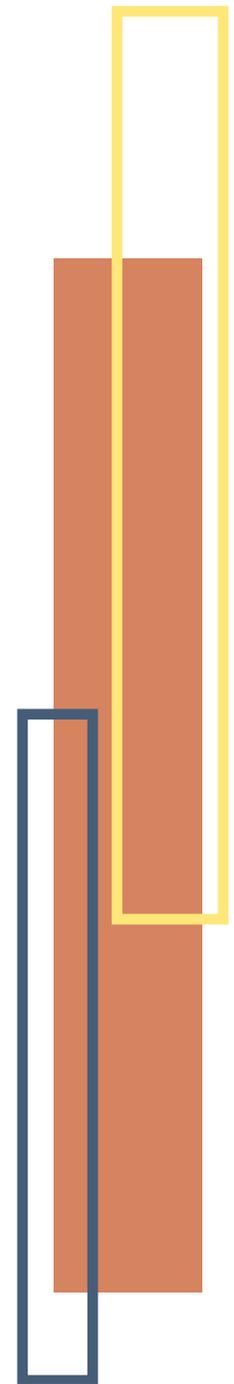


Figura 3. Mirar con el cerebro. Fuente: elaboración propia (agosto, 2019).



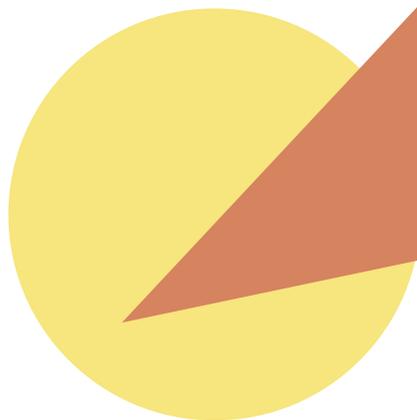
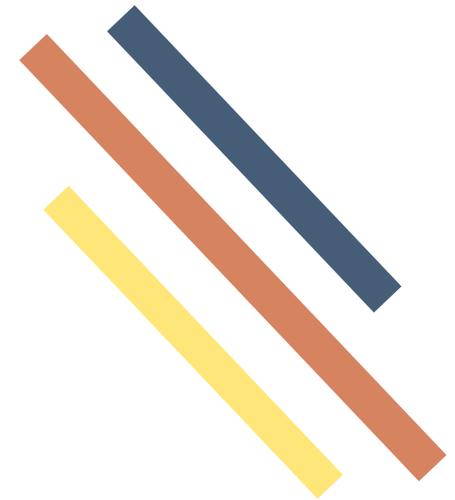
Ya se ha mencionado anteriormente que la percepción es una actividad que nos permite comprender, identificar, recordar y reconocer las cosas, identificando los rasgos estructurales básicos que las caracterizan y las distinguen unas de otras. Sin embargo, es importante identificar la percepción como una actividad subjetiva, porque depende de las reacciones de cada persona, y que también es una actividad selectiva, porque, al no poder percibir todo al mismo tiempo, vamos seleccionando del campo perceptual lo que se quiere percibir, y, finalmente, es temporal, porque el proceso de percepción evoluciona a medida que se enriquece con las experiencias percibidas.

En 1963 Pavio sostuvo la tesis que señalaba que la eficacia de los nombres dependía de su capacidad para evocar una imagen capaz de mediatizar el recuerdo del término. Suponiendo que los nombres concretos, por sus anteriores asociaciones con referentes perceptibles, evocan imágenes con más facilidad que los nombres abstractos, lo cual finalmente tiene un efecto positivo en el aprendizaje, al utilizar la imagen como mediatriz del recuerdo.

Al respecto, Aicher (2001) dice que:

Nuestra decisión ante la percepción de diferentes contenidos unos al lado de otros, que se dejan comparar, nos hace que pensemos a través de analogías. Esta manera de pensar nos lleva a una serie de relaciones de comparación, de valoración y de cualidad, considerando que la comunicación analógica produce comprensión (Aicher, 2001:24).

Lo anterior porque al ver una idea a través de los ojos, se extiende enormemente la capacidad de comprensión y síntesis, además de facilitar la exposición de ideas cuando las palabras no son suficientes, desencadenando procesos compartidos de pensamiento, diálogo, diseño y acción.



## Notas

- 1 El pensamiento simbólico es la capacidad que permite al ser humano crear y manejar diversas imágenes mentales, representaciones simbólicas de la realidad que van más allá de la experiencia o del contacto directo con el entorno. Recuperado de: <https://www.unir.net/educacion/revista/noticias/pensamiento-simbolico-ninos/549204858839/> (Fecha de consulta: 25 de abril de 2020).
- 2 Pudiera ser éste un proceso que funciona con detonadores automáticos, de los cuales seguramente no estamos conscientes.
- 3 Según Wikipedia, la semiosis es cualquier forma de actividad, conducta o proceso que involucre signos, incluyendo la creación de un significado. Es un proceso que se desarrolla en la mente del intérprete; se inicia con la percepción del signo y finaliza con la presencia en su mente del objeto que representa al signo.
- 4 Es una de las escuelas de Psicología más importantes de los últimos siglos, surgida en Alemania a principios del siglo XX, que posteriormente se traslada hacia Estados Unidos en los años treinta. Cabe destacar que la escuela Gestalt no es fácil de comprender, se basa en las teorías de Kant, sin embargo, sus principios se basan en la percepción del mundo que nos rodea.

- 5 El término alemán *gestalt* significa “todo”, “forma” o “configuración”. Aplicado a la percepción, indica la tendencia a ver patrones, a distinguir un objeto contra el fondo, a completar una imagen a partir de unas cuantas señales.
- 6 A partir de lo propuesto por el filósofo escocés Thomas Reid sobre la percepción directa y el realismo directo, argumentos desarrollados en oposición al realismo indirecto del cognitivismo.
- 7 El sentido cenestésico es el que se encarga de detectar el conjunto de sensaciones internas de nuestro cuerpo, relacionado con la totalidad del organismo o sensación general de la existencia de nuestro propio cuerpo. El sentido kinestésico se refiere a la capacidad de ser consciente de la posición o postura de nuestro cuerpo en relación a lo que nos rodea, ejerce un papel importante en la percepción y el equilibrio, así como de la coordinación de nuestros movimientos.
- 8 De acuerdo con Wikipedia, el término *inputs* se refiere al sistema de entrada de información. La psicología lo maneja como una metáfora para designar aquel elemento estructural de un modelo abstracto sobre el funcionamiento de un sistema que se halla entre la entrada (*input*) y la salida (*output*).

## Bibliografía

- Alberich, J., Gómez Fontanills, D. & Ferrer Franquesa, A. (2012). *Percepción Visual*. Recuperado el 12 diciembre de 2017, de: [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/62965/4/Diseño%20gráfico\\_Portada.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/62965/4/Diseño%20gráfico_Portada.pdf)
- Aicher, O. (2001). *Analógico y Digital*. Gustavo Gili.
- Arnheim, R. (1969). *Visual Thinking*. London: University of California Press, Ltd..
- Berger, J. (2010). *Modos de ver*. Gustavo Gili.
- Cantón C., J. (2016). *¿Qué es el pensamiento visual?* Recuperado el 15 de octubre de 2016, de: <https://medialab.ugr.es/author/javicanton/>
- Cohen, J. (1991). *Sensación y percepción visuales*. Trillas.
- Costa, J. (1998). *La esquemática. Visualizar la información*. Paidós.
- Costa, J. (2003). *Diseñar para los ojos*. Grupo Editorial Design.
- Denis, M. (1984). *Las imágenes mentales*. Siglo XXI Editores.
- Dewey, J. (2008). *El Arte como experiencia*. Barcelona: Paidós.
- Feldman, R. (1999). *Psicología*. Mc Graw Hill.
- Gibson, J. J. (1974). *La percepción del mundo visual*. Ediciones Infinito.
- Gubern, R. (1987). *La mirada opulenta; exploración de la iconósfera contemporánea*. Gustavo Gili.
- Hoffman, D. D. (2000). *Inteligencia visual*. Paidós.
- Jardí, E. (2012). *Pensar con imágenes*. Gustavo Gili.
- Matlin, M. W., & Foley, H. J. (1996). *Sensación y percepción*. Prentice Hall.
- Merchán Price, M. S., & Henao Calderón, J. L. (2011). *Influencia de la percepción visual en el aprendizaje*. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular (pp. 93-101), 9(1).
- Roam, D. (2008). *Tu mundo en una servilleta. Resolver problemas y vender ideas mediante dibujos*. Gestión 2000.
- Scheiman, M. &. (2006). *Ophthalmic Management of Learning-related Vision Problems*. Philadelphia: Mosby.
- Santrock, J. W. (2013). *Psicología de la Educación*. Madrid: Mc. Graw-Hill Iberoamericana.
- Vitta, M. (2003). *El sistema de las imágenes*. Paidós.
- Zunzunegui, S. (2007). *Pensar la imagen*. Universidad del País Vasco.





## TECNOLOGÍA & DISEÑO Núm. 13, 2020

ISSN 2007 8781 (versión impresa)  
ISSN 2594-0341 (versión electrónica)

La edición estuvo a cargo del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización. Indexada por el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX). Página electrónica de la revista: <http://revistatd.azc.uam.mx> y correo electrónico: [revistatd@azc.uam.mx](mailto:revistatd@azc.uam.mx).

Tamaño de archivo 4 MB.



**Universidad Autónoma Metropolitana**

Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro  
Rector General

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia  
Secretario General

**Universidad Autónoma Metropolitana  
unidad Azcapotzalco**

Dr. Oscar Lozano Carrillo  
Rector de Unidad

Dra. María de Lourdes Delgado Núñez  
Secretaria de Unidad

**División de Ciencias y Artes para el Diseño**

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro  
Director

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas  
Secretario Académico

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón  
Jefe de Departamento de Procesos  
y Técnicas de Realización