

CONSERVACIÓN
DE PATRIMONIO
MECÁNICO:
ARTEFACTOS
QUE USAN
EL TIEMPO

LAURA OLIVIA IBARRA CARMONA
COORDINADORA

MAURICIO JIMÉNEZ RAMÍREZ
ISABEL MEDINA-GONZÁLEZ
COLABORADORES



**CONSERVACIÓN
DE PATRIMONIO
MECÁNICO:
ARTEFACTOS
QUE USAN
EL TIEMPO**

CONSERVACIÓN DE PATRIMONIO MECÁNICO: ARTEFACTOS QUE USAN EL TIEMPO

Fotografía en portada:

Reloj de pared con calendario perpetuo. Selva Negra, Alemania, ca.1875-1880.

Fabricante desconocido, hecho sobre pedido, con la particularidad de que sus materiales y construcción son de una calidad superior a los de la época.

Colección del Museo del Tiempo Tlalpan, A.C.

Cortesía de Markus Frehner, director del Museo del Tiempo Tlalpan, A.C.

Fotografía: Mauricio Jiménez Ramírez.

1ª edición: junio 2019

© 2019

Derechos de autor **Registro INDAUTOR: 03-2019-121909302600-01**

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los autores. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

Impreso en la Ciudad de México – *Printed in Mexico City*

Diseño editorial: Mariana Sauna.

Formación: David Perrusquía González.

Fotografías: Mauricio Benjamín Jiménez Ramírez.

Diseño de logotipo: José Manuel Torner Morales.

**“Este libro se realizó con el apoyo del
Fondo Nacional par la Cultura y las Artes
a través del Programa de Fomento a Proyectos y
Coinversiones Culturales 2016”**

EQUIPO DE TRABAJO

Coordinadora:

Laura Olivia Ibarra Carmona

Colaboradores:

Mauricio Benjamín Jiménez Ramírez

Isabel Medina-González

Asesoría:

David Velázquez Suárez

Mariana Pascual Cáceres

Diseño:

Mariana Sauna Rivas

José Manuel Torner Morales

AGRADECIMIENTOS

FONDO NACIONAL PARA LA CULTURA Y LAS ARTES

Programa de Fomento a Proyectos y Coinversiones Culturales

COLECCIONES EN ESTUDIO

Museo del Tiempo Tlalpan, A.C.:

Markus Frehner.

Museo de la Medicina Mexicana, UNAM:

Mtro. Omar Arroyo Arriaga.

Filmoteca UNAM:

Lic. Omar Leobardo Marín Vergara.

Museo Observatorio Meteorológico Universitario “Mariano Bárcena”, UAEM:

Geóg. Juan Pérez Domínguez, Geóg. Emilio Rangel, Geóg. Ana Laura Pérez Núñez.

Secretaría de Cultura de la UAEM: Lic. Jorge Guadarrama y Lic. Guillermina Martínez R.

Universum, Museo de las Ciencias, UNAM:

Mtra. Gabriela Guzzy Arredondo, Biól. Daniel Barreto Oble, Dra. Adriana Bravo Williams, D.G. Liliana Flores Torres, Ing. Fernando Rebolledo Alvear.

Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC, UNAM): D.I. Alexander Fucikovski, Ing. José Antonio Ruíz de la Herrán, Dra. Elaine Reynoso Haynes.

SEDES DE ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía “Manuel del Castillo Negrete”, ENCRYM-INAH:

Dra. Guadalupe de la Torre Villalpando.

Escuela de Conservación y Restauración de Occidente, ECRO:

Lic. Álvaro Zárate Ramírez, Lic. Monserrat Gómez Sepúlveda.

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, CNCPC-INAH:

Mtra. Thalía Velasco Castelán.

Casa de la Cultura de la Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM:

Lic. Fermín Carreño Martínez, Dr. Francisco Platas López.

Universum, Museo de las Ciencias UNAM:

Mtra. Gabriela Guzzy Arredondo, Biól. Daniel Barreto Oble, Dra. Adriana Bravo Williams, D.G. Liliana Flores Torres, Ing. Fernando Rebolledo Alvear.

GRACIAS POR SUS COMENTARIOS

María Guadalupe Ferrer y Carmen Carrara,*

Laura Cházaro, Sergio Niccolai, Jo Ana Morfín, Gian A., Jennifer Ponce, Angélica Ángeles, Laurence Libin, James Wylly, Jonathan Santa María, Ingrid Jiménez, Jannen Contreras, Pilar Tapia, Gabriela Peñuelas, Daniel Guzmán, Francisco Cabriales, Dora Méndez, Octavio Murillo, Yareli Jáidar, Tere Villanueva, Jesús Francisco Carpio, Sergio López, Bárbara Lara, Luis Carmona.

* La colaboración de la Mtra. Ferrer y la Mtra. Carrara fue en 2017, que aun laboraban en la Filмотeca UNAM.

ESTA TRAVESÍA FUE POSIBLE GRACIAS A:

El principio creador de todo cuanto existe.

Mi Maestro de vida.

El apoyo incondicional de Emma Carmona.

La valentía silenciosa de Felipe Ibarra.

La radiante presencia de mi pequeño gran Aleph.

El propósito que me moviliza a vivir y compartir.

La colaboración de Mauricio, Isabel, Mariana S., David, José Manuel, Mariana P.

La buena compañía de mi familia, amigos y colegas.

Gracias por tanto, por todo.

“Que tu ofrenda sea tu servicio”

Laura Olivia Ibarra Carmona

Gracias a Gabriela Mora Navarro

Mauricio Jiménez

Expreso mi gratitud a Manuel Espinosa Pesqueira

*por los espacios de reflexión, los tiempos robados del espacio familiar
y otros apoyos en recursos para el desarrollo de este proyecto.*

*A los compañeros que trabajaron en el proyecto, en especial a Olivia,
quien me invitó a participar en una experiencia rica en aprendizajes.*

Isabel Medina-González

INTRODUCCIÓN

Es tarea apasionante explorar el universo de objetos producto de la actividad humana, con una mirada enfocada a reconocer aquellos cuyo significado, valores y relevancia contribuyen a cimentar categorías socioculturales primordiales, como la identidad, la pertenencia, la cultura y el patrimonio.

Estas categorías no son estáticas, por el contrario, han experimentado un notable dinamismo particularmente desde las tres últimas décadas del siglo XX hasta nuestros días. Términos como *patrimonio intangible*, *autenticidad*, *gestión cultural*, *patrimonio histórico-científico*, *patrimonio industrial*, *paisaje cultural* –por citar algunas-, se han agregado como parte de un avance conceptual lo más incluyente posible acerca de la cultura y sus objetos.

Teniendo estas referencias presentes, en el año 2016 surgió la oportunidad de explorar un interés profesional acerca de los desafíos para la conservación de los artefactos mecánicos que están en la conjunción de la ciencia, tecnología, industria y patrimonialización. A través del Programa *Fomento a Proyectos y Coinversiones Culturales*, del Fondo Nacional para la Cultura y las Artes (FONCA), ésto se formalizó en un proyecto de investigación que fue la ocasión para formar un equipo integrado por siete especialistas con diferentes formaciones, experiencias y perspectivas del tema.

Sin intención de agotar un tema por demás complejo y amplio, fuimos en la búsqueda de los artefactos cuya característica esencial es que tienen un mecanismo y que fueron creados para generar o facilitar otras actividades a través de su funcionamiento, como es el caso del reloj mecánico.

A partir del siglo XIX, la invención y producción de máquinas se diversificó, aplicándose prácticamente a todos los ámbitos humanos, principalmente ciencia, comunicaciones, transportes, producción industrial, milicia, vida doméstica y actividades recreativas.

En el caso de México, su riqueza cultural también se refleja en numerosas muestras de patrimonio mecánico en el contexto urbano y rural, en instituciones públicas o privadas, en museos con colecciones científicas, industriales o tecnológicas, en asociaciones relacionadas con la historia y divulgación de la ciencia y tecnología, así como en colecciones particulares. La situación de los artefactos mecánicos en los contextos citados es contrastante y con diversidad de factores que han afectado su reconocimiento, documentación, salvaguarda y uso.

Su conservación es indispensable ya que son parte del entramado de nuestra historia, algunos incluso representan o están vinculados a sucesos históricos.

Con base en esta breve referencia, el **objetivo** de nuestra investigación fue **examinar a los artefactos mecánicos, reconocer su carácter patrimonial y analizar sus singularidades de función, uso y desempeño**. Con base en ello proponemos recursos teóricos y metodológicos, así como información sistematizada que puede contribuir a su identificación, análisis, conservación y divulgación.

Si bien el planteamiento de esta investigación es desde la **perspectiva de la conservación de bienes culturales**, exploramos algunas nociones de la **multidimensión** de estos artefactos, a través de la colaboración interdisciplinaria entre:

- Tres restauradores egresados de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM- INAH): Lic. Laura Olivia Ibarra Carmona, Mtro. Mauricio Benjamín Jiménez Ramírez y Dra. Isabel Medina-González. El perfil y experiencia de cada uno -desde el ámbito de los instrumentos musicales y acervos documentales, pasando por el mobiliario industrial hasta el patrimonio arqueológico, respectivamente-, contribuyó en saberes, experiencias y puntos de vista que enriquecieron este proyecto.
- Dos asesores: Ing. David Velázquez Suárez y Lic. Mariana Pascual Cáceres. Fue estratégico contar con la guía especializada en ingeniería mecánica, así como con la asesoría para el estudio de colecciones en museos, respectivamente.
- Dos diseñadores: Esp. Mariana Sauna Rivas y D.I. José Manuel Torner Morales. Para el desarrollo gráfico de este proyecto y la creación de los productos de investigación, ambos especialistas se involucraron con el tema de estudio y además de contribuir en el análisis de algunos aspectos, elaboraron los recursos que visualmente contribuyen a la comprensión de los contenidos.

Ya que el tema es sumamente amplio, decidimos orientar la investigación en dos núcleos. Primero elegimos una temática específica: los **artefactos relacionados con el uso del tiempo** y a su vez, este espacio acotado nos dio la pauta para acceder al horizonte complejo y amplio del **patrimonio mecánico**. Por ello este libro se divide en dos partes, tal como señalamos a continuación:

1. En la **Primera Parte**, a través de los capítulos I al IV examinamos el caso de los artefactos mecánicos que usan el tiempo, resguardados en museos. El estudio del tiempo y su contribución al avance de la ciencia y tecnología es indiscutible, así como también su impacto en las dinámicas sociales, económicas y laborales. De manera que podemos encontrar artefactos mecánicos que manejan el tiempo, en prácticamente todos los ámbitos de desarrollo humano.

La finalidad fue explorar las particularidades para su **identificación, clasificación y descripción**, dedicando los capítulos I, II y III a estos temas; en el capítulo IV revisamos cinco colecciones de artefactos mecánicos resguardados en museos, a fin de identificar el contexto en que estos objetos han sido resignificados como objetos patrimoniales y comprender los diferentes modos de construir su valoración y su conservación. La elección de las colecciones fue de acuerdo a los siguientes criterios:

- Artefactos con piezas móviles integradas a un sistema mecánico para **medir el tiempo** –los relojes–, o bien, para hacer un **manejo del tiempo** aplicado a otros eventos, considerando que estos mecanismos se aplicaron a otros objetos que requerían precisión, como es el caso de artefactos científicos, cinematográficos y musicales.
- Que hayan sido fabricados en el **siglo XIX o incluso principios del siglo XX**, tomando como referencia que la revolución industrial y los avances científicos detonaron la invención y producción de maquinaria, aparatos e instrumental a gran escala.¹

¹Pursell, Carroll W. Jr., en Kranzberg, Melvin, *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la Prehistoria a 1900*. Vol. 2. Cuarta parte La era del vapor y del hierro, 1830-1880, p. 438. Se identifica que la revolución industrial ocurrió entre 1760 y 1840, en Gran Bretaña y se extiende al resto de Europa y América.

Particularmente nos interesó el periodo comprendido entre 1830 y 1880 conocido como el núcleo de la Era Maquinista en el mundo occidental. Durante estos 50 años, las máquinas se integraron prácticamente a todas las industrias y contextos, incluyendo el hogar; también se extendieron a regiones tan remotas como Oriente y Asia. Si bien la producción de artefactos mecánicos continuó en el siglo XX, el predominio fue de los sistemas neumáticos y eléctricos. Ya que estos objetos son testimonio del avance científico y tecnológico de la humanidad, se han incluido en las colecciones de muchos museos en todo el mundo, incluido México.

- Diversidad de formas de integrar las colecciones, así como de las funciones asignadas a los artefactos mecánicos.

Con base en estos criterios, elegimos las siguientes colecciones:

- **Museo del Tiempo, Tlalpan A.C.** (Ciudad de México). Cuenta con una muestra permanente de relojes mecánicos y otros objetos mecánicos, científicos, fotográficos y musicales. Una de las prioridades de este museo es mostrar objetos funcionando.
- **Museo-Observatorio Meteorológico Universitario “Mariano Bárcena”** (Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM, Estado de México). Conserva aparatos de manufactura europea, algunos en funcionamiento; el más antiguo es un anemógrafo de 125 años.
- **Museo de la Medicina Mexicana** (UNAM). En el Laboratorio de Fisiología se exhiben artefactos que se usaron para medir y registrar el funcionamiento del cuerpo humano.
- **Filmoteca** (UNAM). El Acervo de Aparatos Antiguos de la Filmoteca resguarda ejemplares representativos de la historia del cine.
- **Museo de Ciencias, Universum** (UNAM): la colección de aparatos históricos inició con una donación del Ing. José Antonio Ruiz de la Herrán.

Adicionalmente visitamos dos museos con artefactos mecánicos en su acervo: Museo Universitario Casa de los Muñecos (BUAP, Puebla) y Museo Casa de la Bola (Ciudad de México).

2. En la **Segunda Parte**, a través de los capítulos V al VIII exploramos la dimensión patrimonial de los artefactos mecánicos, así como sus singularidades de función, uso y desempeño. Esto nos dio la pauta para aplicar los paradigmas de la conservación del patrimonio cultural² al caso específico de los artefactos citados y proponer ejes de análisis, modelos y escenarios de acción para su conservación.

² De manera general, la **conservación del patrimonio cultural** se refiere a todas las actividades y medidas necesarias para minimizar o controlar el deterioro y favorecer la permanencia de los bienes culturales en el mejor estado posible.

Si bien resulta desafiante la idea de construir una categoría patrimonial, trazamos un recorrido para contribuir a ello, considerando que los artefactos mecánicos ya están en el escenario y se están integrando continuamente a los inventarios del patrimonio cultural; su importancia es indiscutible, su reconocimiento y rescate es labor inminente.

Para abordar los dos núcleos de esta investigación, formulamos las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que define a un artefacto mecánico? ¿Cuáles son sus características?
- ¿Cuál es la forma de entenderlo ampliamente en su carácter de documento histórico y de patrimonio cultural?
- ¿Cuáles pueden ser los criterios para su clasificación y descripción?
- ¿Cómo son las poblaciones de artefactos mecánicos y su uso actual en cinco museos? ¿Qué perfil tienen estos museos?
- ¿Cuáles son las singularidades de su función, uso y desempeño? y ¿qué implicaciones derivan en términos de su autenticidad e integridad?
- ¿Cuál sería un planteamiento teórico y metodológico que concilie el funcionamiento del artefacto mecánico con sus atributos históricos, materiales, estéticos y documentales?
- ¿Qué se conserva-restaura en los artefactos mecánicos? y ¿cuáles serían los escenarios de intervención?
- ¿Qué acciones pueden contribuir a la conservación, uso y divulgación de los artefactos mecánicos?

En el marco de esta investigación elaboramos dos definiciones: **artefactos mecánicos** y **patrimonio mecánico**, en la comprensión de que son parte de la construcción de estas categorías patrimoniales, cuya finalidad es contribuir a la identificación y agrupación de los bienes culturales que tienen sistemas mecánicos.

Algunos autores fundamentales en nuestro estudio son: Joan González, Thomas Buch, T. K. Derry, Lewis Mumford, Abraham Moles, Catherine Maciel, F. Zavelski, David Edgerton, Bruno Latour, Sergio Vázquez, Marie Berducou, Cesare Brandi, Salvador Muñoz, Robert Barclay, John Watson, Tulio Fornari, así como

los criterios y algunos documentos normativos elaborados por instituciones claves de la Conservación del patrimonio cultural (ICCROM, ICOMOS, INAH).

Durante el desarrollo de la investigación observamos que los artefactos con mecanismos están llenos de contrastes que, por un lado, ponen en evidencia la necesidad de abrir espacios de análisis y, por otro lado, nos dan estimables oportunidades de revalorar su presencia en una sociedad, cuyos objetos de uso cotidiano –muchos de ellos mecánicos–, se están integrando rápidamente a las filas del llamado patrimonio cultural.

Faltaría incidir en los agentes que están a cargo de dichos escenarios. En este sentido, nuestro estudio va dirigido al sector patrimonial y también consideramos que puede propiciar el interés y colaboración de los sectores científico, tecnológico e industrial.

Con ello queremos hacer notar que los artefactos mecánicos constituyen un horizonte sumamente interesante en investigación y desarrollo laboral para los profesionales de la conservación del patrimonio cultural;³ para los investigadores y divulgadores de la historia de la ciencia, tecnología e industria; para el personal adscrito a instituciones que tienen competencia sobre el resguardo, gestión y divulgación de los artefactos citados; para los técnicos especializados en alguna modalidad de artefactos mecánicos y en definitiva, para las instituciones, asociaciones y otros grupos de práctica relacionados con estos objetos.

Esperamos que este estudio contribuya a aumentar la visibilidad del patrimonio mecánico en las instancias académicas, normativas y de investigación de la conservación-restauración, así como en las instancias relacionadas con el resguardo y divulgación de las colecciones de artefactos científicos, tecnológicos e industriales.

Esto es un llamado a cruzar puentes y abrir fronteras que nos lleven a generar nuevas posibilidades en una disciplina que ya destaca por su dinamismo,

³ Al hablar de los profesionales de la conservación del patrimonio cultural nos referimos a los conservadores-restauradores, curadores, museógrafos, museólogos, historiadores, antropólogos y especialistas afines.

espíritu crítico y capacidad de reflexión, como es la conservación del patrimonio cultural, aplicada en este caso a continuar con el análisis y conservación de los artefactos mecánicos.

Laura Olivia Ibarra Carmona
Ciudad de México, abril de 2019

ADVERTENCIA AL LECTOR

El libro que presentamos tiene varias particularidades que queremos mostrar al lector, a fin de que no sean un inconveniente para la comprensión del tema aquí expuesto.

Al mirar el índice, el lector notará que esta obra está dividida en dos partes que muestran la estructura de nuestro estudio. Consideramos pertinente enfatizar algunos aspectos que complementarán lo expresado en la Introducción.

Sabiendo que el tema de los artefactos mecánicos es sumamente amplio, decidimos elegir una sola variante y por ello en la **Primera Parte** nos centramos en los **artefactos mecánicos que usan el tiempo**. A lo largo de cuatro capítulos proponemos una secuencia de aproximación a estos artefactos, a través de su identificación, clasificación, descripción y valoración en museos con colecciones afines.

En la **Segunda Parte** nos centramos en el que hemos denominado **Patrimonio mecánico**, presentando los avances teórico-metodológicos para su análisis y conservación.

Es preciso señalar que durante el desarrollo de la investigación ambos núcleos se complementaron, de manera que recorrer el camino entre uno y otro nos permitió prestar atención a diversidad de aspectos que enriquecieron su análisis y propuestas.

En cuanto al carácter del discurso, queremos señalar que el lector encontrará variantes que derivaron del objetivo y temática de cada capítulo. A medida que se avanza en la lectura, será evidente que no hay un carácter único y por tanto no es homogéneo en su expresión, de manera que hay capítulos en que predomina un enfoque descriptivo, o bien, narrativo, técnico, teórico o pragmático.

Asimismo, la propia condición de coautoría también contribuyó a ello ya que se trata de tres formas de expresión articuladas en una misma obra. En este sentido, durante la creación del libro consideramos que los rasgos de cada autor se complementan y enriquecen el tema estudiado.

Asumimos que el lector estará ante un abanico de planteamientos que van de la divulgación general al análisis especializado de conservación- restauración. De acuerdo al perfil del lector y a la información que considere prioritaria, tendrá oportunidad de enfocarse en un capítulo en específico o bien,

adentrarse en temas menos cercanos a sus intereses pero que quizá sea este libro, la oportunidad de aproximarse a ellos.

Sirva pues la presente aclaración para que este libro cumpla con su cometido y sea un medio para propiciar la continuidad del tema que nos convoca.

PRIMERA PARTE

ARTEFACTOS MECÁNICOS QUE USAN EL TIEMPO

LA SIMIENTE: ENTRE LAS MÁQUINAS Y EL TIEMPO



EL RELOJ FUE LA MÁS INFLUYENTE DE LAS MÁQUINAS,
TANTO MECÁNICA COMO SOCIALMENTE, Y HACIA MITAD
DEL SIGLO XVIII RESULTABA LA MÁS PERFECTA

LEWIS MUMFORD, TÉCNICA Y CIVILIZACIÓN

EN ESTE CAPÍTULO presentamos un breve recorrido histórico de los dos ejes que guiaron las indagaciones que presentamos en la Primera Parte de nuestro estudio: **las máquinas y el tiempo**. La finalidad es ofrecer al lector un marco de referencia de ambos ejes (apartados 1.1 y 1.2), cuya resultante es la **mecánica aplicada en la medición y registro del tiempo**, siendo el reloj mecánico el artefacto más característico de ello (apartado 1.3). Si bien este recorrido histórico inicia refiriendo los vestigios de la técnica aplicada (apartado 1.1.1), vamos avanzando hasta llegar al siglo XIX y al auge de las máquinas (apartado 1.1.2), ya que es el periodo en el que enfocamos nuestra investigación. En este contexto también revisamos el origen de las piezas intercambiables (apartado 1.1.3), ya que esto nos dará la pauta para abordar el tema de la sustitución de piezas, en el capítulo VIII.



Dado el enfoque histórico del presente capítulo hacemos mención de los siguientes términos: máquina, objeto tecnológico, artefacto mecánico, etc., en la comprensión de que en términos generales son afines, y si bien tienen sus particularidades, para efectos de este capítulo no profundizaremos en ellas pues se precisarán en el capítulo II, cuyo enfoque es técnico.

1.1 LAS MÁQUINAS¹

1.1.1 LA TÉCNICA APLICADA Y SUS VESTIGIOS

Las actividades técnicas² han sido fundamentales para comprender la historia de la humanidad, ya que en ellas está implícita la continua búsqueda de dominar las fuerzas de la naturaleza, a fin de crear un entorno favorable para la vida y expresión humana.

Los vestigios más antiguos se remontan a más de tres mil años; se trata de testimonios del ingenio y habilidad humana aplicada en la creación de objetos específicos que fueron la simiente de las máquinas, perfilándose desde entonces su característica esencial: **transformar una fuerza a través del movimiento de sus piezas, para realizar un trabajo.**

¹ Para ampliar este tema véase: Lewis Mumford, *Técnica y civilización* (Madrid: Alianza Editorial, 1992); T.K. Derry y Trevor I. Williams, “Historia de la tecnología. Desde 1750 a 1900” (I), Vol. 2 de *Historia de la tecnología* (México: Siglo XXI Editores, 1986).

² David Velázquez Suárez, en conversación con los autores, Ciudad de México, febrero-septiembre de 2018.

La **tecnología** y la **técnica** se refieren al uso y transformación de los recursos naturales para favorecer las condiciones de vida. Aunque ambas muestran rasgos tecno-históricos específicos de una sociedad, tienen características específicas.

La **tecnología** es producto de la investigación como actividad primaria en el desarrollo del conocimiento y su implementación en la sociedad. Comprende los conocimientos sobre una materia o tema, así como los procesos orientados a la invención, el desarrollo y la innovación de productos y servicios. Ejemplo: el tiempo (transcurso entre dos eventos) es el conocimiento, con su unidad el segundo, sus múltiplos de minutos, horas, etc. Para marcarlo se requiere de la **técnica**; en el caso de los artefactos mecánicos se hace por diferentes técnicas: el péndulo o la cuerda, por ejemplo.

Técnica es la o las maneras para implementar la **tecnología**. Las actividades técnicas son el producto de los saberes prácticos y las destrezas manuales o intelectuales que implican el uso de herramientas o máquinas.

Sucesos tan relevantes como el uso del fuego, el surgimiento de la agricultura, la alfarería, la astronomía, etc., contribuyeron a la manipulación, dominio o adaptación del hombre a su medio natural, a fin de cubrir necesidades específicas y mejorar sus condiciones de vida. Sin embargo, los objetos elaborados por el hombre -también llamados artefactos-,³ son testimonio en una dimensión mayor, de los rasgos que han caracterizado el avance de la humanidad en su sentido más amplio; es decir, son una manifestación de las ideas, formas de organización, creencias, conocimientos y valores de una sociedad, por lo cual podemos afirmar que son producto y testimonio de una cultura.

El desarrollo de los artefactos es un tema complejo ya que es inherente a prácticamente todos los ámbitos humanos. La llamada *cultura material* hace referencia a los objetos de la ciencia, arte y técnica aplicada, así como también a los objetos domésticos que aparentemente son menos relevantes pero que, analizados como fenómeno son fuente de valiosa información, como es el caso de los instrumentos de labranza y alfarería, por citar ejemplos.

Otro factor que suma complejidad al estudio de los artefactos es el hecho de que su invención y desarrollo no ha sido lineal, por el contrario, se han encontrado recursos y soluciones técnicas muy parecidas en lugares distantes en espacio y tiempo. Esto contribuye a enriquecer el conocimiento e interpretaciones de la cultura material a través de sus proximidades, yuxtaposiciones, invenciones únicas, encuentros y contrastes. Tal como afirma Lewis Mumford (1992) refiriéndose al caso específico de la máquina:

En Europa occidental, la máquina se había estado desarrollando sin interrupción durante por lo menos siete siglos antes de que se produjeran los cambios dramáticos que acompañaron a la “revolución industrial” [...] Todos los instrumentos críticos de la tecnología moderna —el reloj, la prensa de imprimir, el molino de agua, la brújula, el telar, el torno, la pólvora, sin hablar de las matemáticas, de la química y de la mecánica—, existían en otras culturas. Los chinos, los árabes, los griegos mucho antes que los europeos del norte, habían dado la mayor parte de los primeros pasos hacia la máquina.⁴

³ Los artefactos son producto de la elaboración humana con significados asociados a su contexto de creación y uso. Desde esta perspectiva las máquinas son un ejemplo de artefactos. Para ampliar esta explicación, véase capítulo II, apartado 2.1 *Traectoria técnica: desde el objeto hasta los artefactos mecánicos que usan el tiempo*.

⁴ Mumford, *Técnica y civilización*, 11.

A partir del siglo XIII en Europa hubo un creciente interés por explorar, comprender, dominar y regularizar la naturaleza, lo cual se afianzó con el avance del pensamiento cuantitativo, las matemáticas y la precisión. La alquimia dio paso a la ciencia, mientras la mecánica progresó en invenciones, recursos y especialización. Durante los siglos XVI y XVII, pensadores y científicos como Leibniz, Bacon, Descartes, Galileo, Newton y Pascal refinaron sus métodos de investigación, posicionando al pensamiento científico de manera decisiva.

1.1.2 LAS MÁQUINAS DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: ESPERANZAS Y REALIDADES

El avance de la técnica y la ciencia referido en el apartado anterior, fue el preámbulo de una etapa de cambios y contrastes en las condiciones laborales y sociales como nunca antes. Llegado el siglo XVIII, las ciencias y las técnicas aplicadas ya se habían desarrollado lo suficiente en Europa occidental, para dar paso a la revolución industrial (1780-1850) a partir de la máquina de vapor del ingeniero mecánico escocés James Watt.

El otro ingrediente que detonó la producción de máquinas a gran escala, fue el establecimiento del sistema capitalista a partir de la Revolución Inglesa (1640-1660), la Revolución Francesa (1789-1799) y la Independencia de los Estados Unidos de Norteamérica (1776). Dicho sistema se caracterizó por su economía basada en la acumulación de riqueza, el control de los medios de producción, la expansión comercial, el crecimiento de las ciudades y una economía de la adquisición.

La máquina como símbolo de progreso y modernidad tuvo aplicación en prácticamente todos los ámbitos humanos, desde los medios de producción, transporte, comunicación y milicia, hasta la medicina, vida doméstica y actividades de esparcimiento.

En contraste, la producción artesanal fue prácticamente destruida y en el mejor de los casos desplazada a causa de los métodos de producción en serie y a gran escala. Junto con la promesa del progreso económico, la industrialización generó un ambiente de desigualdades sociales y abusos laborales, debido a la creciente exigencia de producir más en menos tiempo. Junto con la inestabilidad social que esto implicó, la vida doméstica fue transformada con diversidad de productos derivados de la convicción imperante de modernidad.

Como ejemplo de la magnitud de esta realidad “tras bambalinas”, Mumford (1992) afirma que se puede hablar de la *fisiología de la edad de la máquina*, producto de limitar y mecanizar las acciones y movimientos de los seres humanos -hombres, mujeres e incluso niños-, según lo que se requería en las grandes fábricas y construcciones.⁵

Las máquinas y la industria también tuvieron resonancia en el ámbito cultural: se reconoció que lo práctico y lo útil eran categorías equiparables a la belleza, la forma y el significado, dando paso a temáticas peculiares como la *estética de la máquina* o -ya en el siglo XX-, la *machine à habiter* de Le Corbusier, cuya analogía con la máquina es porque se trata de un sistema, es decir, un todo integrado cuyas partes guardan una estrecha relación. En el caso de la *machine à habiter*, la casa sería el sistema integrado en el que el ser humano vive.

1.1.3 LAS PIEZAS DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL: UNIFORMIDAD Y DIVERSIFICACIÓN⁶

En el contexto de la revolución industrial, la creciente producción de máquinas se caracterizó por dos principios básicos:⁷

1. Las máquinas de un modelo son idénticas debido a que su producción es en serie.
2. La producción estandarizada de las piezas garantiza su sustitución y con ello un mantenimiento más eficiente. De manera que fue posible prolongar el funcionamiento de una máquina usando piezas nuevas o incluso reutilizadas.

La siguiente referencia histórica nos dará la pauta para analizar en el capítulo VIII, la práctica de la sustitución de piezas desde el punto de vista de la conservación de la materialidad, historicidad y desempeño de los artefactos mecánicos.

⁵ *Ibidem*, 32.

⁶ Para ampliar este tema véase: T.K. Derry, “Historia de la tecnología”; Carroll W. Pursell Jr., “Máquinas y máquinas herramientas 1830-1880”, en Melvin Kranzberg y Carroll W. Pursell Jr., *Historia de la Tecnología* (Barcelona: Gustavo Gili, 1981).

⁷ “Artefacto”, *Enciclopedia de Ciencias y Tecnologías en Argentina*,

<https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Artefacto> (consultada el 20 de febrero de 2018).

La producción de piezas intercambiables se formalizó a finales del siglo XVIII en Estados Unidos de Norteamérica, a partir de que Eli Whitney produjo mosquetes de piezas intercambiables; a esta forma de producción se le denominó *Sistema Americano*.⁸ Además de la fabricación de armas, hacia 1850 este sistema se aplicó a la industria de relojería, cerraduras, máquinas de coser, entre otras. T.K Derry (1986) refiere que la secuencia del *Sistema Americano* consistía en:

manufacturar las distintas piezas por separado y en gran número y montar posteriormente la máquina a base de un surtido de piezas intercambiables. Este modo de producción [...] modificó profundamente el papel desempeñado por el individuo: los artesanos empezaron a estar cada vez menos dedicados a la construcción de un proyecto completo y cada vez más a la construcción de partes limitadas del mismo.⁹

La producción de piezas estandarizadas e intercambiables de notable uniformidad y precisión, contribuyó a la diversificación de los elementos de las máquinas, en una creciente variedad de engranes, palancas, correas, ruedas, manivelas, levas, muelles. Esto permitió una mayor eficiencia y rapidez en su construcción, así como mejoras en el desempeño de los mecanismos y la posibilidad de ampliar su vida útil, al contar con la provisión de piezas para su reparación y mantenimiento. Por su parte, los operarios tuvieron más oportunidad de integrarse a diversas industrias ya que hubo una notable segmentación de los procesos técnicos.

Avanzando en el estudio de los dos ejes propuestos en este capítulo –máquinas y tiempo-, una vez identificado el escenario de las máquinas hasta el siglo XIX, ahora nos enfocamos a una breve revisión del tiempo, considerando que ha sido un factor indispensable en la percepción de la propia vida y actividades humanas.

⁸ Robert Corday, "The evolution of assembly lines: A brief history", en *Robohub*, <https://robohub.org/the-evolution-of-assembly-lines-a-brief-history/> (consultada el 24 de marzo de 2018).

Durante el siglo XVIII en Francia, Honoré Le Blanc fabricó mosquetes cuya uniformidad, piezas intercambiables y facilidad en el mantenimiento fueron el punto de partida para el posterior desarrollo del *Sistema Americano*.

⁹ T.K. Derry, "Historia de la tecnología", 499.

1.2 EL TIEMPO

1.2.1 PERCEPCIÓN Y METROLOGÍA DEL TIEMPO

La noción del tiempo ha sido una característica de la condición humana. Su percepción y registro ha dependido de cada lugar y época, por ejemplo: para los griegos la noción del tiempo tenía dos expresiones: el *cronos* –el tiempo cuantitativo, medible- y el *kairós* –el lapso indeterminado y de carácter cualitativo-.

De forma empírica, científica o religiosa, el hombre ha usado el tiempo para **ordenar** los sucesos, **regular** las actividades y **registrar** los acontecimientos de acuerdo a su duración, su separación y la agrupación de los mismos. Asimismo, la noción de tiempo ha permitido distinguir un pasado, un presente y un futuro, como recursos para situar los acontecimientos y estructurar el comportamiento, a fin de establecer momentos propicios, racionalizar las acciones o incluso señalar las actividades proscritas.

En el ámbito científico el tiempo ha permitido entender el comportamiento de fenómenos a partir de la descripción de sus variaciones: el crecimiento de los seres vivos, el clima, la velocidad de los objetos y el movimiento de los astros, son fenómenos que ocurren en función del tiempo y cuando el hombre logró medir el periodo en que ocurren, comenzó a dilucidar acerca de sus propiedades esenciales.

Es evidente que el tiempo es un tema complejo: en el contexto de la cultura occidental moderna están involucradas cuestiones de carácter técnico y de ingeniería -como la metrología del tiempo e instrumentación-, así como materias de carácter científico y su extensa temática, junto con los correspondientes instrumentos desarrollados para su medición y uso. De acuerdo con la metrología, aunque el tiempo es una variable continua, su medición se realiza en instantes específicos de acuerdo a su unidad, que es el segundo. La repetición de dicha unidad debe ser lo más exacta posible, es decir, un segundo siempre debe ser un segundo. Por ello la **precisión** es una característica fundamental y muy apreciada en los artefactos que usan el tiempo, ya que esto determina su capacidad para acercarse a la exactitud en la medición de dicha unidad.¹⁰

¹⁰ David Velázquez Suárez, en conversación con los autores. Ciudad de México, 23 de febrero de 2018.

La comprensión y uso del tiempo ha generado toda clase de artefactos para su medición y registro. En el caso de los artefactos en estudio nos centramos en los **recursos mecánicos aplicados al tiempo**, mismos que revisaremos a continuación.

1.2.2 LA MECÁNICA Y SU APLICACIÓN EN LA MEDICIÓN Y REGISTRO DEL TIEMPO

Desde épocas muy tempranas la mecánica ha sido fundamental en la relación del hombre con su entorno, siendo notable el avance tecnológico a partir de las llamadas *cinco grandes* máquinas de la época clásica: plano inclinado, cuña, tornillo, rueda y palanca. Asimismo, los artefactos mecánicos fueron usados para hacer demostraciones de poder, o bien, para generar efectos mágicos aún si éstos eran atribuidos a fuerzas sobrenaturales. Por ejemplo, el ingeniero helénico Herón de Alejandría (siglo I d.C.) diseñó la primera máquina de vapor y un sistema de fuentes que le ganó el apelativo de “mago”. Es interesante notar que la palabra “mecánica” está relacionada etimológicamente con la palabra “magia” y ambas hacen referencia a una “forma de hacer”, independientemente de su naturaleza.¹¹

Los artefactos mecánicos no solo se aplicaron para mejorar las actividades cotidianas, sino también para crear espectáculos y prácticas de entretenimiento que contribuyeron a que éstas se volvieran una actividad doméstica. El efecto psicológico generado por el movimiento autónomo de ciertos artefactos de entretenimiento -como las cajas de música-, fue uno de los atractivos que propició el creciente gusto por ellos. Así se delineó un continuo uso de los artefactos mecánicos con fines recreativos: desde el espectáculo místico de los autómatas de Herón y los espectáculos mecánicos más profanos e igualmente sorprendentes, hasta llegar a la proyección de imágenes en movimiento en el siglo XIX. En estos ejemplos observamos que la inclusión de los

¹¹ Douglas Harper, “magh-”, *Online Etymology Dictionary*,

https://www.etymonline.com/word/*magh- (consultado el 21 de noviembre de 2017).

El vocablo *mecanismo* también se usaba para designar algo “lleno de recursos, inventivo, ingenioso”. Estos vocablos tienen una raíz común, supuesta en el protoindoeuropeo **magh-ana-* “aquello que permite”, el cual vendría de la raíz *magh-* “ser capaz, tener poder”. Esto asocia el vocablo *mecanismo* con otras palabras que llegaron a las lenguas modernas a partir de éste y que resultan evocadoras, como “mago”, “magia”, el sánscrito *mahan* “grandioso” o el inglés antiguo *mæg* “puedo”, de las que deriva el griego *makhana* “dispositivo o medio” del

artefactos mecánicos en la categoría del entretenimiento, los situó en nuevas posiciones en torno a los cambios sociales y culturales que desde el siglo XVII ya perfilaban la revolución industrial.

En esta reunión de narrativas los artefactos mecánicos permitieron otras formas de interactuar en el mundo -particularmente con el tiempo-, ya que facilitaron su medición y uso como eje ordenador de prácticamente todas las esferas del quehacer humano: de ser elementos organizadores en la escala de lo estacional, a determinar la vida diaria y ahora sí, el minuto a minuto. Por esa razón los primeros artefactos mecánicos de medición del tiempo en adquirir un lugar relevante en el espacio social, fueron los relojes públicos de las plazas. Un ejemplo de ello es el reloj construido en París por Heinrich von Wyck durante la segunda mitad del siglo XIV¹² y más tarde los relojes de las fábricas y las estaciones de ferrocarril, que favorecieron la eficiencia de los sistemas de transporte y producción.

Los recursos mecánicos no sólo se aplicaron a la medición cada vez más precisa del tiempo, sino también a la **estandarización** de los procesos de registro, los cuales hicieron posible la identificación de diversidad de fenómenos que contribuyeron a la comprensión de la realidad. En este sentido son evidentes las múltiples aplicaciones y ventajas de registrar en el tiempo: ordenar, diferenciar, establecer patrones, reconocer periodicidades y un largo etcétera. Con base en ello podemos afirmar que el registro del tiempo siempre ha sido **funcional**, entendiendo la función en su sentido matemático, como la relación entre dos variables que produce un resultado. Ejemplo de ello son los artefactos que registran las variaciones de un fenómeno con respecto al tiempo, como el sismógrafo y el quimógrafo, que se describirán en el capítulo III.

El tiempo y la mecánica también se aplicaron para crear artefactos que facilitaran las interacciones a larga distancia, a través del conocimiento de la latitud, el establecimiento de los husos horarios y más recientemente, los sistemas de posicionamiento satelital.

que a su vez deriva el latín *machine*, que corresponde a la palabra *máquina* en la mayoría de las lenguas europeas modernas y que hace referencia a aquello que permite hacer algo. Como se puede inferir, el vocablo *mecanismo* ha estado relacionado a la acción y especialmente a la posibilidad de la acción, es decir, a las condiciones necesarias para que algo se realice.

¹² Este reloj está datado entre 1362 y 1364. Markus Frehner, director del Museo del Tiempo Tlalpan, A.C., en conversación con los autores, Ciudad de México, 26 de agosto de 2018.

1.3 INTEGRANDO LAS MÁQUINAS Y EL TIEMPO: LOS RELOJES MECÁNICOS Y APLICACIONES DE LA PRECISIÓN¹³

A partir de las referencias citadas acerca de las máquinas y el tiempo, podemos avanzar a la invención formal del reloj mecánico, en tanto que es el artefacto que muestra la conjunción de la mecánica y el tiempo a partir de un mecanismo realmente novedoso. A continuación revisaremos el surgimiento del reloj mecánico, así como las aplicaciones de los mecanismos de relojería en otros sectores.

De acuerdo con Joan González (2008), la descripción técnica más antigua del reloj está en el libro IX del tratado *De Architectura* de Vitrubio; llama la atención que ese libro está dedicado a temas cosmológicos. El hecho de que el reloj estuviera incluido se debe a que era considerado un artefacto para organizar la realidad, a diferencia de la máquina cuya finalidad era mover grandes pesos y disminuir esfuerzos.¹⁴

Ahora bien, el principio de regulación mecánica del tiempo surgió en China (725 d.C.) y fue asimilado en los monasterios de Occidente. El primer reloj mecánico moderno se atribuye al monje francés Gerberto a finales del siglo X. A esto le siguió un continuo avance en la construcción de mecanismos y en la estandarización de la medición del tiempo, de manera que hacia mediados del siglo XIV se formalizó la división de las horas en sesenta minutos y de los minutos en sesenta segundos.

La relevancia del reloj mecánico dio la pauta para hacer analogías en una dimensión mayor; un ejemplo de ello fueron las interpretaciones filosófico-teológicas que muestran al ingenioso reloj mecánico como un recurso para comprender al universo, tal como lo refieren Mumford (1992) y Crosby (1998): en el siglo XVII Descartes identificó a Dios como el Relojero Eterno que concibió, creó y dio cuerda al reloj del universo, la máquina de alcance universal con mecanismos y funcionamiento propios;¹⁵ por su parte Johannes Kepler escribió: “mi misión es demostrar que la máquina celeste no es una especie de ser vivo, divino, sino una

¹³ Para ampliar este tema véase: Mumford, *Técnica y civilización*; V. Danilevsky, *Historia de la técnica: siglos XVIII y XIX* (México: Cartago, 1983); T.K. Derry, “Historia de la tecnología”; Alfred W. Crosby, *La medida de la realidad: la cuantificación y la sociedad occidental, 1250-1600* (Barcelona: Crítica, 1998); Joan González Guardiola, *Heidegger y los relojes* (Madrid: Ediciones Encuentro, 2008).

¹⁴ González, *Heidegger y los relojes*, 126-127.

¹⁵ Mumford, *Técnica y civilización*, 28.

especie de mecanismo de relojería [...], en la medida en que casi todos los múltiples movimientos los causa una sencillísima fuerza magnética y material, del mismo modo que todos los movimientos del reloj los causa una sencilla pesa”.¹⁶

Hacia el siglo XVIII el tiempo se convirtió en la medida de la productividad y la riqueza, como lo expresa la frase atribuida a Benjamin Franklin: *time is money*. Este enunciado contribuyó a reforzar la relación entre **tiempo-dinero-poder** y también propició la idea de ahorrar el tiempo. Esto coincidió con el alto grado de perfeccionamiento que la producción de relojes mecánicos alcanzó en el siglo XVIII y principios del siglo XIX en Francia, Inglaterra y Suiza (por citar algunos ejemplos), de manera que el reloj se convirtió en el símbolo de la era industrial moderna y adicionalmente mostraba una amplia diversidad de recursos técnicos, ornamentales y simbólicos.

La relojería fue más allá de las fronteras naturales de su producción, convirtiéndose en un gremio sobresaliente gracias al desarrollo de mecanismos de precisión y recursos técnicos aplicados a la creación y mejora de otros artefactos que implicaban movimiento, engranajes y transmisión. Como ejemplo de ello citamos tres casos:

- A finales del siglo XVIII los avances de la mecánica de relojería se aplicaron a la **producción sonora**, dando paso a una época de notable producción de instrumentos musicales mecanizados.
- La precisión de los mecanismos de relojería favoreció la creación de **instrumentos científicos** cuya finalidad era aproximarse lo más posible a los fenómenos estudiados y su cambio en el tiempo.
- Los mecanismos de relojería también se aplicaron a las **máquinas textiles** y a los **artefactos de navegación**; estos últimos contribuyeron a la expansión marítima europea de los siglos XV al XVIII. Un ejemplo de ello es el cronómetro inventado por John Harrison en 1759, el cual permitió medir la longitud terrestre con un alto grado de precisión en el mar.

Tras este breve recorrido por la máquina y el tiempo podemos concluir este capítulo afirmando que, en el universo de los artefactos mecánicos, los de medición del tiempo son testimonio notable de la transformación de la sociedad en todos sentidos.

¹⁶ Crosby, *La medida de la realidad*, 77.