

# Origen y desarrollo de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología

Diana Cazaux





# ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS MUSEOS INTERACTIVOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DIANA CAZAUX

Cazaux, Diana Etel

Origen y desarrollo de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología / Diana Etel Cazaux

-- 1a ed. -- Medellín : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2016.

229 p. : il. -- (Investigación científica)

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-5414-02-0

1. Museos interactivos de Ciencia y tecnología – Historia I. Tit. II. Serie

069.09 SCDD 21 ed.

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

Origen y desarrollo de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología

© Instituto Tecnológico Metropolitano

© Diana Cazaux

Primera edición: diciembre de 2016

### **Rectora**

MARÍA VICTORIA MEJÍA OROZCO

### **Directora Editorial**

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ

### **Comité Editorial**

EDUARD EMIRO RODRÍGUEZ RAMÍREZ, MSc.

JAIME ANDRÉS CANO SALAZAR, PhD.

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ, MSc.

YUDY ELENA GIRALDO PÉREZ, MSc.

VIVIANA DÍAZ, Esp.

### **Corrección de estilo**

LILA MARÍA CORTÉS FONNEGRA

### **Asistente Editorial**

VIVIANA DÍAZ

### **Diseño y diagramación**

ALFONSO TOBÓN BOTERO

### **Imagen de la carátula**

THE LOUVRE MUSEUM AT NIGHT IN PARIS

[www.depositphotos.com](http://www.depositphotos.com) - SCALIGER - ВЯЧЕСЛАВ ЛОПАТИН

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Fondo Editorial –ITM

Calle 73 No. 76ª-354

Tel.:4405197

<http://fondoeditorial.itm.edu.co/>

[www.itm.edu.co](http://www.itm.edu.co)

Medellín – Colombia

Las opiniones originales y citaciones del texto son de la responsabilidad de la autora. El ITM salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente sobre la autora.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
---------------------------	---

## **CAPÍTULO I**

1. Técnica, ciencia, tecnología, interactividad y sociedad.....	10
2. La técnica.....	10
3. Evolución del concepto ciencia.....	11
4. La tecnología.....	24
5. Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).....	34
6. La interactividad.....	39

## **CAPÍTULO II**

1. Qué es un museo.....	48
2. Surgimiento de los museos.....	51
3. Clasificación de los museos.....	60
4. Evolución del concepto museo.....	63
5. La museología.....	68
6. Museología vs. museografía.....	70
7. Categorías museológicas.....	72
8. Situación actual de los museos.....	74

## **CAPÍTULO III**

1. Evolución histórica de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología, (MICT) (I).....	82
2. Museos de primera generación: museos de colecciones.....	83
3. Museos de segunda generación: los <i>science museum</i> o Museos de Ciencia y Tecnología.....	86

## **CAPÍTULO IV: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS MUSEOS INTERACTIVOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (MICT) II**

1. Museos de tercera generación: <i>science center</i> (centros de ciencia) o Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología.....	94
2. América anglosajona: de los museos de ciencia a los <i>science center</i> .....	96
3. The Exploratorium.....	99

4. Los science center europeos .....	105
5 <i>La cité des sciences et de l'industrie</i> (La ciudad de las ciencias y de la industria) .....	115
6. Surgimiento y desarrollo de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología en Latinoamérica .....	115
7. Museos de cuarta generación: los parques temáticos .....	117
8. Museos de quinta generación: los museos virtuales .....	118

## **CAPÍTULO V**

1. La nueva museología.....	126
2. Los museos como escenarios educativos .....	128
3. El concepto de museo interactivo.....	142
4. Características de los centros de ciencia .....	149
5. Contenidos y actividades de los centros de ciencia.....	154
6. Los museos interactivos infantiles .....	155
7. El marco conceptual de la museología crítica.....	160
8. Los museos universitarios .....	164

## **CAPÍTULO VI**

1. El proceso de la comunicación.....	176
2. El museo como espacio de comunicación.....	183
3. Qué es la divulgación de la ciencia .....	186
4. La alfabetización científica .....	190
5. El museo como medio de comunicación y de divulgación....	193
6. El museo de ciencia como <i>mass-media</i> .....	196
7. Los museos y los estudios CTS.....	197

<b>REFERENCIAS</b> .....	215
--------------------------	-----

<b>PÁGINAS WEB INSTITUCIONALES VISITADAS</b> .....	227
--	-----

## INTRODUCCIÓN

En agosto del 2011, cuando se realizó la segunda Escuela de Museología y la séptima latinoamericana, en la Universidad de La Punta de la provincia de San Luis en la República Argentina, me invitaron a presentar una ponencia. Mi idea original fue preparar un trabajo sobre la divulgación científica en la Argentina. Posteriormente, la modifiqué por *La divulgación científica a través de los museos interactivos de ciencia y tecnología*. Al preparar este trabajo, grande fue mi sorpresa al comprobar que existía muy poca bibliografía sobre este tema en español y casi nada sobre la historia y el desarrollo de estos museos.

Entre darme cuenta de esta carencia y proponerme hacer una investigación sobre el *Origen y desarrollo de los museos interactivos de ciencia y tecnología* hubo un corto paso.

Comencé por consultar la bibliografía sobre el tema, contextualizar la terminología específica a utilizar, indagar sobre el origen y el desarrollo de estos museos en el mundo, detenerme en su función divulgativa y educativa hasta, finalmente, enmarcar a los museos interactivos de ciencia y tecnología dentro de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS–. De esta manera la obra quedó conformada por seis capítulos.

En el Capítulo I abordo la evolución de los conceptos ‘técnica’, ‘ciencia’ y ‘tecnología’, hasta llegar al término ‘interactividad’, el principio fundamental en el que se basan los museos considerados. También, agrego la trilogía: Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), invaluable para entender cómo es el proceso de integración de estos tres términos.

En el Capítulo II me ocupo de definir qué es un museo, el surgimiento de los museos y agrego una clasificación. Además, desarrollo la evolución del concepto museo, me adentro en presentar a la museología y la confronto con la museografía y distingo categorías museográficas hasta llegar a la situación actual de los museos.

En el Capítulo III presento la primera parte de la evolución histórica de los Museos Interactivos de Ciencia y tecnología. Para

clasificarlos, sigo el criterio de «generación». Considero que los museos de primera generación son los museos de colecciones y los de segunda generación los *science museum* o museos de ciencia y tecnología.

En el Capítulo IV me aboco a la segunda parte de la evolución de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología –MICT–. Aquí presento a los museos de tercera generación, los *science center* (centros de ciencia) o museos interactivos de ciencia y tecnología. En primer lugar, a los creados en América anglosajona con el paradigmático *Exploratorium* de San Francisco; luego, los *science center* europeos que culminan con la *cit  des sciences et de l'industrie* (la ciudad de las ciencias y de la industria) de París. Luego, presento el surgimiento y el desarrollo de los MICyT en Latinoamérica. A continuación, desarrollo los museos de cuarta generación: los parques temáticos, y concluyo con los museos de quinta generación: los museos virtuales.

En el Capítulo V me refiero a la nueva museología, a los museos como escenarios educativos, al concepto de museo interactivo; abordo las características, los contenidos y actividades de los centros de ciencia, me detengo en los museos interactivos infantiles, en el marco conceptual de la museología crítica y en los museos universitarios.

En el Capítulo VI considero el proceso de la comunicación y entiendo al museo como un espacio de comunicación. Paso luego a considerar qué es la divulgación y la alfabetización científica y evaluo al museo como medio de comunicación y de divulgación, asimismo como *mass media*. El capítulo termina con los museos y los estudios de CTS.

Como cierre de esta Introducción, le dedico el libro a mi sobrina-nieta Alma Cazaux, quien cumplió recientemente cuatro años de edad –por lo que pertenece a la *generación touch*–, con la esperanza de que cuando comience la escuela y la lleven de visita a algún museo interactivo de ciencia y tecnología lo encuentre pujante y altamente motivador.

Diana Cazaux  
Buenos Aires, 3 de noviembre del 2016



# CAPÍTULO I

1. TÉCNICA, CIENCIA, TECNOLOGÍA, INTERACTIVIDAD Y SOCIEDAD
2. LA TÉCNICA
3. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO CIENCIA
4. LA TECNOLOGÍA
5. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS)
6. LA INTERACTIVIDAD

## 1. TÉCNICA, CIENCIA, TECNOLOGÍA, INTERACTIVIDAD Y SOCIEDAD

Los museos de ciencia, hasta llegar a los actuales Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología (MICT) han recorrido un largo camino que estuvo atravesado por el desarrollo de la técnica, de la ciencia y de la tecnología, hasta arribar al concepto de interactividad. Desarrollo que, sin duda, influyó oportunamente sobre las sociedades en las que se consumó.

Es por eso que nos ha parecido oportuno, para poder contextualizar adecuadamente la presentación de nuestra obra, comenzar analizando los orígenes, significados y alcances de cada uno de los términos que formaron parte del devenir de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología.

## 2. LA TÉCNICA

Afirma Aquiles Gay<sup>1</sup> (2011, p. 5) que la técnica es tan antigua como el ser humano. Ya Ortega y Gasset escribía en el año 1993, que «el hombre empieza cuando empieza la técnica; sin la técnica el hombre no existiría ni habría existido nunca; la técnica es hoy una de las máximas dimensiones de nuestra vida, uno de los mayores ingredientes que integran nuestro destino».

Considera el autor citado, que se entiende por ‘técnica’ un conjunto de conocimientos, capacidades y procedimientos que tiene como objetivo la obtención de un resultado, tanto en el campo de la ciencia, de la tecnología, de las artesanías o de cualquier otra actividad. La técnica está presente en múltiples campos del quehacer humano y, en cada uno, tiene características que le son propias: técnica de la conducción de vehículos, técnica del canto, técnica de la producción de bienes, por ejemplo.

Pero en nuestras actividades, cuando se habla de técnica sin otra calificación, se hace referencia al campo de la producción de bienes,

---

<sup>1</sup> Aquiles Gay (1925-2014, Río Cuarto, Córdoba). Ingeniero electrónico por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Fue docente en la UNC, en la Escuela de Ingeniería Aeronáutica (actual Instituto Aeronáutico Argentino) y en la Universidad Tecnológica de Córdoba (UTN), de la que fue decano. En el 2008 fue nombrado *Doctor Honoris Causa* por la UNC «por su enorme contribución al desarrollo de la educación tecnológica en el país». A los 16 años fundó el primer Club de Ciencias en Río Cuarto y, posteriormente, *Ingenium*, el museo de cultura tecnológica en la ciudad de Córdoba. Es autor de numerosas publicaciones, entre las que cabe mencionar *La tecnología en la escuela*; *La tecnología, el ingeniero y la cultura*; *La ciencia y la tecnología en la vida cotidiana*.

materiales o inmateriales. Al limitar de este modo su alcance, la técnica se define como: el o los procedimientos que tienen como objetivo la fabricación de productos o la provisión de servicios. Los procedimientos implican conocimientos teóricos y prácticos y, también, el manejo de habilidades, tanto de herramientas como de capacidad inventiva.

La función básica de la técnica es dar respuesta a problemas que puedan plantear los requerimientos humanos, transformando el medio o las condiciones de trabajo para lograr una mejor adaptación.

La técnica no es privativa del ser humano, se da en la actividad de muchos otros animales y responde a una necesidad de supervivencia.

Gay (2011) sostiene que entre los animales no humanos la técnica es instintiva y característica de la especie: todos los horneros utilizan la misma técnica para construir sus nidos, todas las abejas construyen sus panales de la misma forma.

Continúa evaluando este autor que en el ser humano la técnica surge de su relación con el medio y se caracteriza por ser consciente, reflexiva, inventiva y, fundamentalmente, individual. El individuo la aprende, la hace progresar y la transmite a sus congéneres.

Los seres humanos son capaces de construir con la imaginación algo que luego podrán concretar en la realidad, asevera Gay (2011, p. 7), y afirma, a continuación, que «el origen de la técnica está en las manos como instrumentos de trabajo. Algunos pensadores, como el caso de Engels, plantean que somos inteligentes porque tenemos manos. Las manos son el factor clave que lleva al *homo faber*. El accionar de las manos y los brazos asociados a una coordinación cerebro-muscular le posibilitaron al ser humano crear, en función de sus necesidades o deseos, objetos que le facilitaron la vida.

### **3. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CIENCIA**

El concepto de ciencia se suele definir por oposición al de técnica, según las diferentes funciones que ellas realizan. En principio, la función de la ciencia se vincula a la adquisición de conocimientos, al proceso de conocer, cuyo ideal más tradicional es la verdad, en particular la teoría científica verdadera. La objetividad y el rigor son atributos de ese conocimiento.

La función de la técnica se vincula a la realización de procedimientos y productos, al hacer cuyo ideal es la utilidad. La técnica se refiere a procedimientos operativos útiles desde el punto de vista práctico para determinados fines. Constituye un saber cómo, sin exigir necesariamente un saber por qué. Ese por qué, es decir, la capacidad de ofrecer explicaciones, es propia de la ciencia.

Lo anterior constituye no solo una distinción analítica: históricamente han existido civilizaciones dotadas de técnicas desarrolladas y escaso conocimiento científico. Egipto, el Imperio Inca, son algunos ejemplos. En cambio, la civilización griega clásica avanzó más en la ciencia, acompañada de una técnica menos adelantada.

Agazzi (1996) admite que en su evolución la ciencia ha cambiado considerablemente, desde una ciencia basada en la contemplación, para luego orientarse al descubrimiento, lo cual sería su rasgo contemporáneo a la investigación.

Los intentos por definir el concepto ciencia son múltiples. Entre ellos rescatamos que el ofrece la Real Academia Española: La ciencia (del latín *scientia* 'conocimiento') «es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales» (Real Academia Española, 2006).

En lo referente al vocablo 'ciencia', Mario Bunge (1960) en la introducción de su libro *La ciencia, su método y su filosofía* reconoce que mientras los animales inferiores solo están en el mundo, el hombre trata de entenderlo; y, sobre la base de su inteligencia imperfecta pero perfectible del mundo, el hombre intenta enseñorearse de él, para hacerlo más comfortable. En este proceso, construye un mundo artificial: ese creciente cuerpo de ideas llamado «ciencia», que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y, por consiguiente, falible.

También Mario Bunge (1979), en su clásico texto sobre la ciencia, cataloga una serie de características que distinguen al conocimiento científico en tanto construcción artificial de la mente humana. En lo esencial, este tipo de conocimiento se destacaría por su carácter fáctico, racional, verificable, objetivo, sistemático y explicativo. El conocimiento científico es:

- Fáctico, por cuanto trata sobre los fenómenos y hechos de la realidad empírica.
- Racional, por estar fundado en la razón, esto es, en un conjunto de ideas y razonamientos y no en sensaciones, opiniones, pareceres o dogmas.
- Verificable, en el sentido de comprobable empíricamente por cuanto sus afirmaciones deben someterse al tribunal de la experiencia.
- Objetivo, por cuanto sus afirmaciones pretenden ser concordantes con los objetos de la realidad.
- Sistemático, en el sentido de constituir un cuerpo de ideas lógicamente entrelazadas más que un cúmulo de proposiciones inconexas.
- Explicativo, en el sentido de que no se conforma con describir cómo es el mundo, sino que intenta dar cuenta de las razones por las cuales el mundo es como es, encontrando las razones por las cuales los fenómenos empíricos se comportan del modo en que lo hacen.

Por otra parte, como sostiene John Best:

El término ciencia ha llegado a significar un método o actitud más que un conjunto de contenidos. Intentando aplicar los controles rigurosos de la observación sistemática y del análisis –propio de las ciencias físicas y biológicas- al campo de la conducta social, se han desarrollado las ciencias sociales. Los sectores de la economía, la antropología, la educación, la política, la psicología, la sociología y la psicología social han sido reconocidos como ciencias sociales, al menos en la opinión de muchas autoridades. En tanto que esas áreas de estudio derivan sus fundamentos de la metodología y del espíritu científico, son ciencias (Best, 1978, p. 22).

Por lo que la complejidad misma de la ciencia dificulta la tarea de ofrecer una definición precisa y completa de ella.

En cuanto a la clasificación de las ciencias, hay que recordar que este esfuerzo de dividir y subdividir la ciencia en parcelas cada vez más concretas no es más que una necesidad del estudio y de la enseñanza, puesto que nadie puede abarcar ni siquiera su propia disciplina, aunque esta división no debe hacernos olvidar la unicidad del conocimiento y la interrelación entre las distintas disciplinas científicas.

## La división tradicional seguía estas tendencias:

Ciencias exactas: matemáticas y aquellas disciplinas cuyo método conjuga las matemáticas con la experimentación.

Ciencias naturales: dedicadas al estudio de la naturaleza.

Ciencias humanas: tienen como objeto de conocimiento los aspectos del hombre y de la sociedad no incluidos en las ciencias naturales (filosofía, psicología, sociología, historia, etc.).

Hemos de tener en cuenta, asimismo, que la división entre las ciencias naturales y las humanidades, que se remonta a unos 200 años, está superándose hoy por un nuevo conocimiento, el de la ciencia de la complejidad, y por una creciente interdisciplinariedad, es decir, la convergencia de dos o más disciplinas científicas para el conocimiento de un objeto. Por ejemplo, la comprensión del comportamiento humano da origen a un problema interdisciplinar en el que convergen diversas ciencias: la epistemología, la biología, la antropología, etc. (Montserrat, 1993).

El concepto de ciencia evolucionó a través de los siglos. Siguiendo a Cortés Lutz (2003), literalmente, se lo puede asimilar a conocimiento, pero para su mejor comprensión y utilización conceptual es posible definirlo de manera simplificada como el conjunto de conocimientos de carácter racional, sistemático, verificables y falibles, que buscan explicar los distintos fenómenos sociales, espirituales y naturales que se producen en el entorno universal, que son obtenidos mediante la aplicación de una determinada metodología y que gracias a su aplicación podemos comprender y actuar sobre la realidad circundante, prever el futuro y lograr un mayor bienestar para la mujer y el hombre. Se está, entonces, en presencia de uno de los mayores logros del espíritu y del intelecto humano.

El concepto ciencia, etimológicamente, proviene del latín *scientiam*, que como ya se expuso, es asimilable a conocimiento. Esto no quiere decir que antes de los eruditos latinos no hubiera ciencia; la ciencia era la episteme griega, y aun antes de ellos también hubo conocimientos y trabajo científico. Se puede postular con cierta seguridad que ya en la prehistoria hay un trabajo precientífico, necesidad y curiosidad son los dos elementos centrales

para el trabajo de búsqueda e investigación de los primitivos clanes y tribus que deben superar los obstáculos que encuentran en su entorno.

Desiderio Papp (1981), hablando de los orígenes de la ciencia, plantea que las primeras tentativas del hombre para enfrentar, con los recursos de su espíritu, la naturaleza hostil que lo circundaba, se pierde en la noche de la prehistoria. Con los hombres de Mesopotamia y Egipto, el conocimiento se organiza y da paso a diversas especializaciones. Basta recordar que tanto la agricultura, como la ganadería, las matemáticas, los primeros procedimientos quirúrgicos, la observación sistemática de la esfera celeste se comienzan en estas etapas de la humanidad, así como el desarrollo de la escritura, momento del ser histórico a decir del arqueólogo Goran Burenhult (1998). Producto de últimas investigaciones hoy se sabe que hay dataciones cronológicas del inicio de la escritura en Harappa, India de casi 3500 a.C.

La ciencia surge cuando se busca descubrir y conocer, por la observación y el razonamiento, la estructura de la naturaleza.

Si bien la observación de la naturaleza y de los fenómenos naturales se remonta a los orígenes mismos del ser humano, la ciencia es algo más que la mera observación. Es, además y fundamentalmente, razonamiento, y nace cuando se abandona una concepción mítica de la realidad y se la enfoca con una visión objetiva y reflexiva.

Con los griegos, su *episteme*, la ciencia, comienza en occidente su desarrollo más sistemático y, por supuesto, también teórico. Pero estos se abocaron fundamentalmente a una ciencia pura de carácter especulativo; al saber, por el saber mismo. Hay que tener en cuenta que el ideal de la época era el conocimiento desinteresado.

Platón (427-347 a.C.), reflexionando y teorizando con respecto al tópico que planteó en *Diálogos* (1967, Tomo I, p. 660): «La ciencia no reside en las sensaciones, sino en el razonamiento sobre las sensaciones». En esta época, dice George Meabe, la ciencia se separa de la filosofía. En lo concreto hay aportes en los campos de la medicina con Hipócrates, de la Historia con Herodoto (484-425 a.C.) y Tucídides (460-396 a.C.). Erastótenes (276-194 a.C.) realiza un aporte en la geografía y desarrolla el concepto de la redondez de

la tierra; las ciencias formales o lógicas tienen sus exponentes en Arquímedes (287-212 a.C.), Euclides (325-265 a.C.) y Pitágoras (580-495 a.C.)

Lo cierto es que en este punto no se pretende realizar un catastro de grandes científicos, sino reseñar algunas etapas de desarrollo del pensamiento y de la actividad científica a través del tiempo. Se puede decir, entonces, que el mundo clásico en Grecia y Roma está en un momento privilegiado de evolución de la ciencia y su teoría. En el año 476 d.C., Roma llega a su fin en occidente y con ello comienza el Medioevo, etapa se supone oscura para la ciencia. La iglesia y la teología dominan la vida y el momento, con razón se la ha denominado a esta etapa de la historia como teocéntrica, la vida giraba en torno a Dios, pero de alguna forma la ciencia se abría paso.

Otro centro donde se mantiene la cultura y el desarrollo científico durante la Edad Media es Bizancio, conocido también como Imperio Romano de Oriente, pero que en opinión de Jacques Heers (1995), Bizancio es una suerte de imperio griego, ya que su cultura y todo su entorno son griegos o de influencia griega.

Mención especial debe hacerse aquí al aporte de los árabes al desarrollo del pensamiento científico, hecho que se reprodujo también en España en la tierra dominada por ellos, conocido como en Al-Andalus, sur de España. En la segunda mitad de la Edad Media (baja Edad Media), aparecían las corporaciones de maestros y escolares.

Se debe reconocer que la importancia de las universidades en el desarrollo de la historia fue muy grande. Por una parte, contribuyeron decisivamente al desarrollo de la ciencia y sirvieron de base para que occidente difundiera los conocimientos desarrollados anteriormente (Cortes Lutz, 2003, p. 23). La primera de ellas, la de Bolonia en Italia, seguida de París, y en el año 1219 d.C. la primera universidad de habla hispana, Salamanca, con su lema: *quet natura non dat, Salmantica non prestat* (lo que la naturaleza no da Salamanca no lo presta), da cuenta de que el mundo de las ideas, el conocimiento y la especulación comenzaba nuevamente a alzar el vuelo.

La concepción actual de la ciencia tiene sus orígenes en los siglos XVI y XVII. El renacimiento y, en especial el siglo XVI, se lo ve como un fenómeno cultural y artístico, y junto a ello también al renacer de la ciencia. Leonardo Da Vinci (1452-1519) fue un gran físico y biólogo, pero también hubo un fuerte desarrollo de la astronomía; Nicolás Copérnico (1473-1543), Tycho Brahe (1546-1601), Johan Kepler (1571-1630) y Galileo Galilei (1564-1642) cambian completamente la visión de la estructura de la esfera celeste y del universo. No se puede dejar de nombrar al suizo Paracelso (1493-1541) y su aporte a la ciencia médica. Pero va ser el siglo XVII cuando la ciencia alcance un potente despegue. Sin duda René Descartes (1596-1650) y su método racionalista, el cartesianismo, con su obra *El discurso del método*, publicada en 1637, va a generar la máxima *cogito ergo sum*, -pienso luego existo-, que se va a convertir en el eje central en este nuevo desarrollo del pensamiento científico, la duda para la búsqueda de la verdad.

Un breve repaso al siglo permite visualizar la figura de Evangelista Torricelli (1608-1647) y su barómetro; al físico y filósofo Blas Pascal (1623-1662); al inglés Robert Boyle (1627-1691), reconocido precursor de la química moderna y de quien destacamos su obra *El químico escéptico* (1661) y los aportes a la fisiología de William Harvey (1578-1657), con el descubrimiento de la circulación de la sangre. También se puede mencionar que es durante esta centuria cuando aparecen, a decir de Desiderio Papp (1981), los primeros microscopistas.

Pero qué duda cabe que la otra gran figura de este siglo es Isaac Newton (1642-1727), descubridor de la ley de la gravedad; inventó el cálculo infinitesimal y probó la naturaleza compuesta de la luz blanca. Entre otros aportes, Newton fue profesor de física en la prestigiosa Universidad de Cambridge, posteriormente se retiró dedicándose a otros estudios más esotéricos.

Con todos estos sabios, y otros, se comienzan a investigar temas vinculados al comportamiento del mundo natural, planteándose preguntas (los porqués) y buscando respuestas se apela a la investigación experimental. Se puede decir que, a partir de entonces, el ser humano a través de la experimentación pregunta a la naturaleza tratando de descubrir las leyes que rigen su accionar.

Hay que tener en cuenta que el conocimiento no es algo dado, sino que se construye partiendo de preguntas y las correspondientes respuestas.

No podemos dejar de considerar que la nueva concepción de la ciencia basada en la observación empírica y la experimentación, es decir en preguntar a la naturaleza, fue esbozada por Galileo y completada por Newton. Con Galileo y Newton se inician la investigación objetiva y experimental de la naturaleza, y la búsqueda de la cuantificación y expresión matemática de los fenómenos naturales y las leyes físicas.

Galileo estableció el principio de la objetividad del conocimiento científico y aunque posiblemente buscó hacer una ciencia más demostrativa que experimental, sus trabajos dieron nacimiento al método experimental en la investigación científica.

Un caso paradigmático es el estudio de la caída de los cuerpos a causa de la gravedad, realizado por Galileo (asesor del arsenal de Venecia), quien le preguntó a la naturaleza sobre la veracidad de la teoría aristotélica sobre el tema y fue la misma naturaleza la que, a través del resultado de experimentaciones, le contestó refutándola.

Preguntarse o preguntar buscando respuestas a la inquietud del ser humano frente a los misterios del mundo físico, que fue el origen de la ciencia moderna, sigue siendo la forma básica de adquirir conocimiento.

Este nuevo enfoque de la ciencia que planteó Galileo nació con el auxilio de la técnica que proporcionó los instrumentos (el telescopio, los elementos de medición, la balanza para medir intervalos de tiempos, etc.) que permitieron la investigación objetiva de los fenómenos naturales. Se puede decir que la técnica posibilitó el nacimiento de la ciencia experimental (Gay, 2011).

Con Galileo comienza una profunda transformación en la forma de pensar y de actuar del ser humano. Se despierta lo que podríamos llamar la mentalidad científica que presupone aceptar como cierto solo aquello que sea verificable.

Con la introducción de la técnica –sus métodos y formas- en la investigación científica, nace el método experimental (método

científico) y comienza una interrelación entre ciencia y técnica que desempeñó un papel clave en el surgimiento de la tecnología.

Entrando de lleno en el siglo XVIII debemos de manera genérica decir que este siglo presenta un espectro cada vez más amplio de logro y que comienzan ya a inter-relacionarse. Un ejemplo de ello es Jean le Rond d'Alembert (1717-1783), el enciclopedista que además de editor fue un gran matemático. El desarrollo del iluminismo surge con una figura de articulación, Newton. Desde allí, una serie de físicos y astrónomos empiezan a generar nuevos conocimientos. Edmund Halley (1656-1742), gran calculador de órbitas de cometas, entre los que destaca la del cometa que cada 75 años vuelve a la Tierra y que hoy lleva su nombre. John Flamsteed (1646-1719), que realiza un catálogo y catastro estelar, James Bradley (1762-1742) descubridor de la aberración de la luz, destaca entre este grupo de científicos el francés Pierre Simon Laplace (1749-1827), que profundizó en su obra *Mecánica Celeste* la ley de gravitación y abordó los problemas del sistema solar. El siglo XVIII, fue de gran importancia en el conocimiento y comprensión del universo. También presentó grandes avances la experimentación química; notables son los aportes de George Sthall (1659-1734) y de Stephen Hales (1677-1761), ambos estudian los orígenes y forma de recoger los gases. Además, una serie de otros eruditos, como Henry Cavendish (1731-1810), Karl Scheelle (1742-1786), Joseph Priestley (1733-1804) trabajan este campo, pero, a nuestro entender, la química moderna se posiciona con Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), científico inserto dentro del contexto histórico de la Revolución Francesa. Lavoisier aprovechando lo realizado por sus antecesores llegó a establecer que los elementos siguen subsistiendo a través de todas las composiciones y descomposiciones. La República lo condenó a la guillotina, ante la sentencia: la patria no necesita sabios. Es considerado el padre de la química moderna.

También es el Siglo de las Luces, el que ve el desarrollo de la biología sobre la que podemos citar los trabajos de Johann Ingenhousz (1730-1799) descubridor del trabajo de los vegetales con el anhídrido carbónico; John Hunter (1728-1793), y de la sustancia básica y general en todos los elementos vivos. Rudolf Camerarius (1655-1721) que demostró la sexualidad de los vegetales. Aquí

también destaca nítidamente la figura del sueco, Carl Linneo (1707-1778) y de Georges L. Leclerc, conde de Buffon (1707-1788); ambos con diferencias son los grandes sistematizadores de la clasificación de los seres vivos. Linneo es el gran clasificador y Buffon después de algunas dudas adopta también las categorías de género, orden y clases.

Claro que, no es posible comprender el Siglo de las Luces sin el gran aporte hecho por las ciencias sociales, en especial se debe destacar a la Enciclopedia, monumental obra que pretendió compendiar el saber humano, y por algunas figuras como Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) y Montesquie (1689-1755), que hablan sobre las formas de organización política de las sociedades.

El siglo XIX se nos presenta cada vez más con una mayor cantidad de descubrimientos y avances en el campo de la ciencia; Desiderio Papp (1981) ha dicho que la ciencia tiene la particularidad de ser una actividad progresivamente acumulativa, de allí que podamos asumir para el siglo XIX una ampliación en su horizonte de conocimientos adquiridos. Se sigue un camino ascendente en la astrofísica, pero donde se realizan importantes progresos es en el campo eléctrico, destacándose Luigi Galvani (1737-1798), quien experimenta con la electricidad y su conducción en los animales; Alessandro Volta (1745-1827), quien siguiendo las experimentaciones de Galvani llegó a descubrir y crear la pila eléctrica. Luego, encontramos a André-Marie Ampère (1775-1836), quien demuestra que dos corrientes se atraen o rechazan de acuerdo con su polaridad, se creaba, así, la electrodinámica. Gracias a este trabajo, Samuel Morse (1791-1872) pudo desarrollar el telégrafo eléctrico. Luego Michael Faraday (1791-1867), siguiendo los trabajos anteriores, descubrió la inducción eléctrica. Como se expuso anteriormente, no es la intención de este trabajo realizar un catastro de científicos, sino más bien exponer aquello que fue más representativo, en este caso los adelantos en el campo de la electricidad.

Siguiendo a Cortés Lutz (2003, p. 88) el siglo XIX no puede dimensionarse completamente sin cuatro figuras señeras, me refiero a Louis Pasteur (1822-1895), Carlos Darwin (1809-1882), Sigmund Freud (1856-1939) y Carlos Marx (1818-1883).

Louis Pasteur, el bacteriólogo quien, trabajando en dilucidar y comprender el porqué de la fermentación, terminó descubriendo que las bacterias eran un elemento altamente patógeno y el origen de un sinfín de enfermedades. Junto a Pasteur es de destacar la figura del alemán Robert Koch descubridor del génesis de la tuberculosis, ambos descubrimientos son centrales para la medicina y la mejora de la calidad de vida de la humanidad.

Carlos Darwin, el gran naturalista, en su obra *El origen de las especies* planteó la evolución de los seres vivos; esta evolución se da mediante la selección natural y la sobrevivencia del más apto. Parece pertinente aclarar que la obra de Darwin en ningún momento postuló que el hombre descendiera del mono, mito este repetido hasta el día de hoy, lo que el naturalista expuso es que existe una descendencia común.

Carlos Marx, reformador revolucionario de la economía y la historia. Mucho del pensamiento científico actual no puede entenderse sin abordar la obra de este pensador, su aplicación del método dialéctico a la historia generó la interpretación materialista de la historia, cuyo sustrato es que la mayoría de los hechos tienen un fuerte componente económico, explicitando que no es la única categoría a analizar para comprender la marcha de la historia. Por otro lado, su aporte a la economía es también de gran importancia. Su concepto de plusvalía o valor real de lo trabajado generó una corriente de pensamiento económico de gran influencia en el mundo y de gran sentido social. Además, Marx, como Federico Engels (1820-1895), generaron una fuerte influencia en el pensamiento ideológico y político, su obra es variopinta y con un fuerte componente científico.

Sigmund Freud fue médico y neurólogo fundador de la ciencia del comportamiento humano o psicológico. Freud es uno de los científicos más importantes para el desarrollo de la ciencia médica y psicológica, que comprende los estudios científicos del comportamiento humano. Experimentó con la cocaína como analgésico. En 1885 viaja a París profundizando sus estudios sobre la histeria; entre 1895 y 1900 perfecciona su obra la *Interpretación de los sueños*, a la vez que define el método psicoanalítico también llamado de libre asociación. La psicología y el estudio racional

y sistemático de la psique y del comportamiento de las personas tiene en este científico su principal creador. De allí en adelante esta ciencia ha seguido un camino de evolución y progreso.

Estos cuatro pensadores: Louis Pasteur, Charles Darwin, Sigmund Freud y Carlos Marx, dan vida a las corrientes principales para el desarrollo del pensamiento y de la teoría de la ciencia (Cortés Lutz, 2003).

El siglo XX fue especialmente prodigioso en el avance y desarrollo de la ciencia, continúa analizando Cortés Lutz (2003), principalmente en los campos de la física y la biología desde principios de siglo, pero luego vendría un desarrollo tanto o más espectacular en otras áreas del conocimiento como la genética, ciencias médicas, farmacología, la paleontología, la antropología, las ciencias de la comunicación y la comunicación en general, la astronomía, las ciencias espaciales, y muy especialmente la informática, que presenta, además, la gran virtud de ser aplicable y complementaria de todas las anteriores. Se hace por lo tanto cada vez más difícil establecer un catastro en cuanto a adelantos científicos logrados durante el siglo XX, por lo que consideramos que lo más pertinente es intentar definir sectores más prioritarios, emergentes o sensacionales, a la vez que intentar conceptualizar someramente sobre la evolución que se ha producido en el método en ciencias.

Albert Einstein (1879-1955) y la física. Sin duda Einstein es el personaje más famoso del siglo XX, su principal trabajo sobre relatividad especial y general tiene antecedentes en otros trabajos anteriores. No obstante, se puede decir que hasta el momento las propuestas de este físico se han visto corroboradas por recientes descubrimientos.

En los campos de la evolución paleo-antropológica cada día hay nuevos descubrimientos, siendo el *Australopithecus afarensis*, la llamada Lucy, un hito del estudio de la antigüedad del ser humano. Lucy fue descubierta en Etiopía en 1974, en Hadar, en las riberas del río Awash, por el equipo del Dr. Donald Johanson. Luego se agregó en 2009 el *Ardipithecus ramidus*, con una mayor antigüedad. En este aspecto la ciencia descubre día a día nuevas pruebas sobre la antigüedad del ser humano.

Los avances en comunicaciones a nivel global son tantos y tan rápidos que se hace difícil seguir su rastro, algo similar ocurre con la computación y la informática. En cuanto a estas últimas, podemos observar un avance increíble desde el computador llamado ENIAC, que era eléctrico y poseía la no despreciable cantidad de 19000 tubos al vacío. En 1942, hace su aparición la *International Business Machine* IBM, de allí en adelante todo ha sido cambio constante en esta área de la que, sin duda, el ícono es el afamado Bill Gates y su socio Paul Allend, que revolucionaron la computación.

Con relación a los estudios del origen del universo y del universo en general, existe una gran cantidad de científicos y avances en esta materia que hacen aceptar casi sin reserva el *big bang*, el universo en expansión, las cuerdas cósmicas, o las fuerzas inmutables que hay en este universo cambiante; los nombres de Carl Sagan, Humbert Reeves o Stephen Hawking, son tan populares como los de un famoso artista. La medicina y la genética parecieran ser dos de las ciencias que más sorpresa nos dan. A la clonación, al momento solo comprobada de la Oveja Dolly, se suma el avance en la clonación humana, o a la dilucidación del genoma humano, con lo cual se comienza a abrir un camino de futuros grandes descubrimientos en medicina y calidad de vida humana.

«La ciencia y su rápido desarrollo plantean a las sociedades importantes dilemas éticos y morales, que aún no han sido resueltos, incluso entendemos que no ha existido una correspondencia entre el adelanto científico y una teoría filosófica con relación a estos avances», siguiendo a Jorge Nuñez Jover (2003). Hecho que debería comenzar lo más pronto posible, como forma de generar un crecimiento científico integral. Ya que también se puede considerar que el desarrollo de la ciencia en su acepción más amplia es la justificación del porqué de los cambios y adelantos, y cómo estos son comprendidos por las personas y cómo van en directo beneficio de su calidad de vida. Ahora bien, a modo de ejemplo podemos decir que el gran adelanto del siglo XX no ha logrado superar la gran diferencia entre el norte y el sur, o cómo se mantiene la extrema pobreza de algunas regiones del mundo, mientras otras sociedades viven en la riqueza, cómo se mantienen las desigualdades sociales, educativas y culturales, «un ejemplo actual es que hoy o en un

momento muy cercano existirá la posibilidad real de clonarnos y vivir por más largo tiempo, pero esta posibilidad no será para todos», vaticina Jover (2003).

Como desafío para el siglo XXI pensamos que se puede comenzar a diseñar la idea de que la ciencia y su constante desarrollo deberá existir junto a un futuro más amable y humano para los seres humanos. Ello, sin duda, dependerá de cuál sea nuestro comportamiento y conocimiento de nosotros y de nuestra identidad como seres humanos. Parafraseando a Marc Bloch (1952) diremos que la incomprensión del presente nace fatalmente de la ignorancia del pasado, y por tanto esta no comprensión de la actualidad no permitirá dibujar un futuro mejor, es en este momento cuando la historia es una buena consejera, *historia magistra vitae*, nos dijo Cicerón, maestra de la vida para saber y decidir de manera informada qué camino es más factible de caminar. En especial en una faceta tan sensible, cambiante y decisiva para la humanidad como es la ciencia.

#### **4. LA TECNOLOGÍA**

La etimología de 'tecnología' nos lleva a que la palabra proviene de los vocablos griegos '*tekne*' (τεχνη) que significa arte, técnica u oficio y 'logos' (λογος), que quiere decir conjunto de saberes.

Esta palabra surge cuando su antecesora, la técnica, históricamente empírica, empieza a vincularse con la ciencia, comienzan a sistematizarse los métodos de producción y se busca calificar situaciones asociadas con este nuevo enfoque del quehacer científico (Gay, 2011).

«La tecnología constituye aquella forma (y desarrollo histórico) de la técnica que se basa estructuralmente en la existencia de la ciencia», aporta Agazzi (1996, p. 95).

Desde esta perspectiva, la tecnología representa un nivel de desarrollo de la técnica en la que la alianza con la ciencia introduce un rasgo definitorio.

De igual modo que la ciencia contemporánea no cancela otras formas de conocimiento y saber, sino que coexiste con ellas, la aparición de la moderna tecnología no elimina la existencia

de muchas otras dimensiones de la técnica cuya relación con el conocimiento científico no tiene el mismo carácter estructural.

Al establecer distinciones entre técnica y tecnología hay que tomar en cuenta sus usos en diferentes lenguas. En inglés, por ejemplo, *technology* es el vocablo más usado y envuelve los significados que aquí atribuimos a técnica y tecnología. El vocablo *technics*, de escaso uso, designa pormenores y metodologías utilizadas en determinadas actividades. En francés, por el contrario, *technique*, el vocablo dominante, en tanto *technologie*, se considera más bien un anglicismo no muy recomendable (Agazzi, 1996, p. 96).

En español se utilizan ambos vocablos, lo que parece aconsejar que los utilicemos con significados diferenciados. En sentido lato, la técnica constituye un conjunto de procedimientos operativos útiles para ciertos fines prácticos. Son descubrimientos sometidos a verificación y mejorados a través de la experiencia, constituyendo un saber *cómo*, que no exige necesariamente un saber *por qué*.

Sin embargo, a partir del siglo VI antes de nuestra era, en el seno de la civilización helénica se produjo la notable innovación que consistió en «la búsqueda del por qué» (Agazzi, 1996, p. 98). En la búsqueda nacieron, juntas e indiferenciadas, la filosofía y la ciencia, preocupadas por las razones de la existencia y la constitución del cosmos. Esa indagación del porqué de los procedimientos eficaces que el hombre utilizaba originó el nacimiento de la noción de *téchne*, «que es precisamente la de un operar eficaz que conoce las razones de su eficacia y sobre ellos se funda» (Agazzi, 1996, p. 99).

La noción de *téchne* guarda semejanza con la idea de tecnología, pero son diferentes. La idea griega de *téchne* expresa la necesidad de poseer una conciencia teórica que permita justificar el saber práctico que ya está constituido, lo que favorece su consolidación. Sin embargo, la *téchne* no supone la capacidad de producir nuevo saber hacer, ni mejora la eficacia operativa del existente. A la *téchne* la conduce un propósito de inteligibilidad (semejante a la episteme o saber puro) más que eficacia. Esto es normal porque

la idea de un saber que ha de ser puesto en servicio de la práctica es extraña a la sensibilidad cultural clásica (...). A este modo de concebir el saber se acompañaba igualmente un cierto modo de concebir el mundo y la naturaleza: ambos se consideraban como algo que constituía para

el hombre un objeto de conocimiento y no de intervención, una realidad a la cual es razonable, útil y sabio, adecuarse, y no una realidad que se manipula y transforma según el capricho o los intereses del hombre (Agazzi, 1996, p. 100).

Como es sabido, el pensamiento griego menospreciaba la técnica, lo práctico, y consideraba superior la vida contemplativa o teórica. Platón y Aristóteles propusieron que ningún trabajador manual pudiera ser ciudadano; el trabajo artesanal y manual es vergonzoso y deformador (Hottois, 1991, p. 11).

Aquí es donde se puede encontrar uno de los orígenes remotos del privilegio concedido a la ciencia como teoría más que como práctica social, y también una de las razones del énfasis excesivo en la diferenciación entre ciencia y técnica (o tecnología) que hasta hoy nos acompaña. Sobre esto volveremos después.

El Renacimiento marcó un punto de viraje al establecer el primado del hombre sobre la naturaleza. El dominio del hombre exige del conocimiento, de un saber útil. Con ello la idea de un saber desinteresado va a ir cediendo paso a la idea de un saber útil, orientador de una práctica de dominio de la naturaleza. La nueva ciencia natural alimenta el proyecto de aprovechar el descubrimiento leyes naturales para dominar la naturaleza. Más aún, esos conocimientos permitieron *inventar* máquinas que se basan en proyectos racionales sustentados en la nueva ciencia, abstracta y matematizada; esas particularidades son las que le permiten proyectar instrumentos y prácticas, es decir, inventar.

Es ese proceso de articulaciones renovadas entre conocimiento teórico, abstracto, matemático y creación de equipos, aparatos, máquinas, lo que permite el tránsito a la tecnología: la técnica se enriquece en virtud de su ascensión dentro de un nuevo horizonte de racionalidad, la racionalidad científica, alimentada de un móvil utilitario.

En efecto, la nueva ciencia vino a proporcionar posibilidades inéditas a la técnica. Sin embargo, debe insistirse en otro ángulo de esa relación: en gran medida esa creencia fue posible por su estrecha relación con los desarrollos técnicos y sus demandas. «El proceso de teorización de la mecánica dinámica, en especial de la balística ingenieril del Renacimiento, será uno de los desencadenantes

de la ciencia moderna» (Medina, 1995, p. 18). La mecánica de las máquinas de tiro experimentó grandes avances en la Edad Media con la introducción del trabuco o catapulta de contrapeso y del cañón. A diferencia de la ingeniería clásica, dedicada a la producción de artefactos, la balística ingenieril renacentista se interesó por los problemas del uso de estos, es decir, problemas de tiro. Los problemas de balística movieron a galileo a ocuparse de la caída de los graves.

La ciencia moderna es, pues, el resultado del reencuentro renacentista entre la antigua tradición teórica científica y la tradición operativa immanente en la mecánica ingenieril. Ambas tradiciones confluyen en los ingenieros-académicos como Galileo, conocedores entusiastas, por un lado, de la ciencia antigua y de los tratamientos teóricos medievales de cuestiones mecánicas, y poseedores, por otro, de amplios conocimientos e intereses técnicos (Medina, 1995, p. 18-19).

Esto trajo aparejado que, en los comienzos de la ciencia moderna, desde el siglo XV al XVII, se produjeron transformaciones notables cuyas consecuencias se prolongan hasta hoy.

Hottois resume ese proceso como un desplazamiento de la ciencia antigua (a la cual denomina logoteórica), de la ciencia aristotélico-tomista, y su sustitución por un proyecto de ciencia orientado a la operatividad que él llama «tecnomatemática». El ideal de la ciencia antigua consistente en constituir un cuerpo lógicamente organizado, apoyado en definiciones que nos hablan de los seres y las cosas, y en principios a partir de los cuales se procede deductivamente; ofrece una imagen del mundo de indudable valor, pero que al mismo tiempo es bastante poco operativa. Esa imagen logoteórica no permite la predicción ni la intervención efectiva en lo real. En cambio, las dos grandes características de la ciencia moderna son la matematización y la experimentación, las que le permiten convertir al mundo en un gran campo de acción. Se trata de una ciencia operativa que permite cálculos, predicciones, actuación: «La característica fundamental de la ciencia moderna es la tecnomatemática, es decir, la operatividad» (Hottois, 1991, p. 18).

Francis Bacon, ideólogo de la nueva ciencia, ridiculizaba a los filósofos aristotélicos que no se atrevían a actuar sobre la naturaleza,

dedicados a la contemplación. Ahora se trataba de conquistarla y someterla.

Como puede verse, los procesos descritos conducen a cambios profundos en las relaciones entre ciencia y técnica. La técnica se inscribe en un nuevo horizonte de racionalidad científica, en tanto la propia racionalidad científica, sus modalidades y fines, experimenta cambios notables.

Para retomar el fenómeno que llamamos tecnología es atinado considerar que hay por lo menos un par de imágenes sobre ella que limitan su comprensión: la imagen intelectualista y la imagen artefactual (González García, *et al.*, 1996).

En la primera, la tecnología se entiende apenas como ciencia aplicada: la tecnología es un conocimiento práctico que se deriva directamente de la ciencia, entendida esto como conocimiento teórico. De las teorías científicas se derivan las tecnologías, aunque por supuesto pueden existir teorías que no generen tecnologías. Una de las consecuencias de este enfoque es desestimular el estudio de la tecnología, en tanto la clave de su comprensión está en la ciencia, con estudiar esta última será suficiente. «La imagen ingenua de la tecnología como ciencia aplicada sencillamente se adecua a todos los hechos. Las invenciones no cuelgan como frutos del árbol de la ciencia» (Price, 1999, p. 169).

En el enfoque intelectualista la inexorabilidad del desarrollo científico (sucesión de teorías, ideas, en la perspectiva más tradicional) genera una lógica de transformaciones tecnológicas también inexorable. Con ello, cualquier consideración sobre los condicionamientos sociales del desarrollo tecnológico y las alternativas éticas que él envuelve queda fuera de lugar.

Mientras tanto, la imagen artefactual o instrumentalista (González García, *et al.*, p. 130) aprecia las tecnologías como simples herramientas o artefactos. Como tales, ellas están a disposición de todos y serán sus usos y no ellas mismas susceptibles de un debate social o ético. En virtud de esta imagen comúnmente se acepta que la tecnología puede tener efectos negativos (contaminantes, por ejemplo) pero ello seguramente se debe a algo extrínseco a ella: la política social o algo semejante. Con ello la propia tecnología y su

pertinencia económica, ética, cultural o ambiental queda fuera de la discusión.

Es obvio que, como mínimo, la imagen artefactual reduce considerablemente el ámbito de la evaluación de tecnologías. En el caso más extremo, no priva de la capacidad de discutir los fines sociales y humanos que deben modelar el desarrollo tecnológico. Esa visión reduccionista de la tecnología impide su análisis crítico e ignora los intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que diseñan, desarrollan, financian y controlan la tecnología (Núñez Jover, 1999).

Mokus (1983, p. 44) ofrece una alternativa a las imágenes anteriores. En relación con la producción industrial indica que las decisiones que ahí se adoptan dependen cada vez menos del conocimiento empírico y más de los conocimientos científicos. La ciencia se encarga de la «explotación racional de lo posible», mientras queda pendiente derivar lo real de lo posible a través de la selección de la variante óptima. Esa es la tarea de la tecnología: la búsqueda sistemática de lo óptimo dentro de un campo de posibilidades. Así la tecnología no se identifica con algunos productos ni tampoco con la ciencia aplicada. Hay decisiones y acciones propiamente tecnológicas influidas por un criterio de optimización inevitablemente afectado por circunstancias sociales. Por ejemplo, industrializar la agricultura no es simplemente introducir equipos y maquinarias, es sobre todo algo que se basa en una comprensión de la naturaleza y de la acción humana sobre ella y se adoptan decisiones que parten de racionalidades económicas y sociales, de valores e intereses.

La tecnología no es un artefacto inocuo, reconoce Núñez Jover (1999). Sus relaciones con la sociedad son muy complejas. De un lado, no hay duda de que la tecnología está sujeta a un cierto determinismo social. La evidencia de que ella es movida por intereses sociales parece un argumento sólido para apoyar la idea de que la tecnología está socialmente moldeada.

Pero también es importante visualizar el otro lado de la relación entre tecnología y sociedad. Para ello hay que detenerse en las características intrínsecas de las tecnologías y ver cómo ellas influyen directamente sobre la organización social y la distribución

de poder. Un ejemplo tomado de la planificación urbana puede ilustrar esto (González García, *et al*, 1996, pp. 130-132).

Un artefacto tan aparentemente inocuo como un puente puede estar cargado de política, tal como muestra Langdon Winner (1986)<sup>2</sup> en su conocido ejemplo de los puentes de Long Island, Nueva York. Muchos de los puentes sobre paseos de Long Island son notablemente bajos, con apenas tres metros de altura. Robert Moses, arquitecto de la ciudad de Nueva York responsable de esos puentes, así como de otros muchos parques y carreteras neoyorquinas desde 1920, tenía un claro propósito al diseñar los doscientos pasos elevados de Long Island. Se trataba de reservar los paseos y playas de la zona a blancos acomodados poseedores de automóviles, las clases acomodadas de Francis Scott Fitzgerald describe en *El Gran Gatsby* (1925). Los autobuses que podían transportar a pobres y negros, con sus cuatro metros de altura, no eran capaces de llegar a la zona. Más adelante, Moses se aseguró de ello al vetar una propuesta de extensión del ferrocarril de Long Island hasta Jones Beach.

Las consecuencias políticas y sociales de la energía nuclear, las telecomunicaciones, las políticas tributarias, son, entre muchos, ejemplos del notable impacto social de la tecnología en los estilos de vida, en las relaciones interpersonales, en los valores, en las relaciones de poder.

En la civilización tecnológica que vivimos la tecnología es una red que abarca los más diversos sectores de la actividad humana «un modo de vivir, de comunicarse, de pensar, un conjunto de condiciones por las cuales el hombre es dominado ampliamente, mucho más que tenerlos a su disposición» (Agazzi, 1996, p. 141).

Las imágenes artefactual e intelectualista de la tecnología llevan de la mano a una concepción de su evolución, vista como un proceso autónomo ante el cual es posible asumir posiciones tecno-optimistas o tecno-catastróficas, según sea la visión positiva o no del papel de la tecnología en la evolución social. Para ambas, la tecnología está fuera de control y solo cabe esperar que su desarrollo termine por dominarnos completamente y deshumanizarnos (catastrofismo) o dejar que se expanda su acción benefactora y desear que nos alcance a todos (optimismo). En el primer caso, el desenlace fatal habrá que evitarlo destruyendo la tecnología; en el segundo, adaptarlo

---

<sup>2</sup> Se refiere a *The Whale and the reactor*, University of Chicago Press, Chicago. Hay traducción al español, *La ballena y el reactor*, Editorial, Gedisa, 1987.

todo a las exigencias de la tecnología y dejar que se imponga su racionalidad.

Ambas posturas perjudican la adopción de actitudes sensatas en términos económicos, políticos y culturales respecto a temas cruciales como la evaluación de tecnologías, las políticas tecnológicas, la transferencia de tecnologías, entre otros. Ellas descontextualizan a la tecnología e ignoran las redes de intereses sociales que informan su desarrollo por lo que ofrecen pocas posibilidades al debate sobre los fines sociales del desarrollo tecnológico.

La superación de la tesis de la autonomía de la tecnología pasa por desbordar la concepción estrecha de la tecnología como un conjunto de artefactos construidos a partir de teorías científicas. La tecnología, más que como un resultado, único e inexorable, deber ser vista como un proceso social, una práctica, que integra factores psicológicos, sociales, económicos, políticos, culturales; siempre influido por valores e intereses.

Las muy diversas definiciones de tecnología demuestran su complejidad.

Para ejemplificar, comenzaremos por analizar las distintas definiciones que el Diccionario de la Real Academia ha ido presentando del vocablo ‘tecnología’ en sus distintas ediciones. En la versión 1982 ofrecía el siguiente concepto de tecnología:

1. Conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial.
2. Tratado de los términos técnicos.
3. Lenguaje propio de una ciencia o de un arte.
4. Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

La acepción 1 resultaba incompleta, porque hay tecnologías que no corresponden a oficios mecánicos, como las informáticas. Era ambigua, porque sugería una inexistente relación entre tecnologías y artes. Era tautológica, porque las que antiguamente se denominaban *artes industriales* hoy se denominan *técnicas*, concepto que en el habla cotidiana es sinónimo de *tecnología*.

## REFERENCIAS

- Acevedo, J. A. (1998). Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 409-420.
- Agazzi, E. (1996). *El bien, el mal y la ciencia*. Madrid: Tecnos.
- Alderogui, S. (2012). *Los museos interactivos de ciencia y tecnología*. Entrevista concedida a Diana Cazaux. Buenos Aires.
- Alderogui, S. y Pedersoli, C. (2011). *La educación en los museos: de los objetos a los visitantes*. Buenos Aires: Paidós.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención de los conocimientos. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Azcona, R.; Etxaniz, M.; Guisasola, J. y Mujika, E. (2002). *Chispas de energía, manual del profesor*. San Sebastián: Miramón Kutxaespacio de la Ciencia.
- Barragán, J. (S. f.). *Los museos, ambientes para cocinar ideas*. Recuperado de <http://cecabogota.pbworks.com/w/page/5927672/art%20Cocinar%20ideas>.
- Baudouin, J. (1970). *Coloquio europeo sobre la presentación de la ciencia al público*. Estrasburgo.
- Bedoya G., A. (S. f.). ¿Qué es interactividad? Revista electrónica *Sin Papel*. Recuperado de <http://www.sinpapel.com/art0001.shtml>.
- Bensaude-Vincent, B. (2000), *L'opinion publique et la science. A chacun son ignorance*. París: Institut d'édition Sanofi-synthélabo.
- Betancourt, J. (2004). «La popularización de la ciencia y la tecnología: retos para el siglo XXI». *Memorias II Congreso Nacional de Ecología y Medio Ambiente: Ecuador país megadiverso*. Ecuador.
- Berlo, D. (1987). *El proceso de la comunicación: introducción a la teoría y a la práctica*. Buenos Aires: El Ateneo.

- Best, J. (1978). *Cómo investigar en educación*. Madrid: Ediciones Morata.
- Beyer, M. E. (2003). Razones y significados del museo de ciencias. *Elementos*, 10(52), 56-71.
- Bloch, M. (1952). *Introducción a la historia*. Buenos Aires: FCE.
- Boas, F. (1964). *Cuestiones fundamentales de antropología cultural*. Buenos Aires: Solar/Hachette.
- Borum, M. y M. Miller, M. (1980). *What's in a name? A study of the effectiveness of Exploratory labels in a Science Museum*. Filadelfia: The Franklin Institute.
- Bourges, H. (2002). Algunas reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. En *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Boyd W., L. (1993). Museums as centers of learning. *Teachers College Record*, 94, 34-42.
- Bragança G., F. (2010). Museos universitarios. *Revista de la Universidad Nacional de Colombia*, 8.
- Bruman, R. (1991). *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits. The Exploratorium*, 1.
- Bunge, M. (1979). *Tecnología y filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Bunge, M. (1960) *La ciencia: su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Burenhult, G. (1998). *Emperadores y caciques*. Barcelona: Editorial Óptima.
- Bush, V. (1945). As we may think. *Atlantic Monthly*, 12(8), 25-29.
- Bustamante, P. (2008). *La interactividad como herramienta repotencializadora de los museos*. Recuperado de [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=321&id\\_articulo=6991](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=321&id_articulo=6991).

- Calva, M. (S. f.). *Interactividad y Museos. La experiencia del museo interactivo de economía (MIDE) en la Ciudad de México*. Recuperado de [http://www.gabinetecomunicacionyeducacion.com/sites/default/files/field/adjuntos/interactividad\\_y\\_museos\\_la\\_experiencia\\_del\\_museo\\_interactivo\\_de\\_economia\\_mide\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_mexico.pdf](http://www.gabinetecomunicacionyeducacion.com/sites/default/files/field/adjuntos/interactividad_y_museos_la_experiencia_del_museo_interactivo_de_economia_mide_en_la_ciudad_de_mexico.pdf).
- Calvo H., M. (2003). *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. México: UNAM.
- Campanario, J. y Molla, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
- Capparelli, M. I. y A. Dávila (2009). Una mirada sobre la interactividad. II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. *Actas*, II(2), 40-47.
- Carson, R. (1980). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Grijalbo.
- Carrillo T., C. (1999). *Trópico lunar, un programa de renovación para el Museo de la Ciencia y el Juego*. Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, P. (2008). Los museos de ciencia y el consumo cultural. Una mirada desde la comunicación. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Castellanos, P. (1999). Los museos de ciencia y tecnología como mediadores ciudadanos. *Revista Latina de Comunicación Social*, 23. Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999bno/22patcaste.htm>.
- Castellanos, P. (1998). Los museos como medios de comunicación: museos de ciencia y tecnología. *Revista LATINA de Comunicación Social*, 7.
- Castellanos, P. y Daza, S. (2009). *Maloka 10 años. Una mirada diagnóstica*. Bogotá. Informe final. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

- Castilla, A. (2012). *El museo en escena. Política y cultura en América Latina*. Buenos Aires: Paidós.
- Castro, I. (2002). «La divulgación de la ciencia y la técnica como catalizadora de la creatividad. En *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Coma, L. (2011). Estaciones de interpretación interactiva y didáctica del Patrimonio. *Revista Íber Didáctica de las Ciencias Sociales*, 68, 40-46.
- Cuesta, M. y Díaz, M. P. (2000). Museos y centros de ciencia del mundo. *Revista Alambique*, 26, 67-72.
- Caulton, T. (1998). *Hands on exhibition. Managing museums and Science centers*. Londres: Routledge.
- Cortés, G. (2003). *Una mirada histórica a la evolución de la ciencia*. México: Universidad de Guadalajara. Recuperado de [http://antroposmoderno.com/antropo-articulo.php?id\\_articulo=372](http://antroposmoderno.com/antropo-articulo.php?id_articulo=372)
- Cuesta, M. et al. (2000). *Maloka: una apuesta de país*. Bogotá: Maloka.
- Chamizo, J. A. (2002). «Apuntes sobre la evaluación de la divulgación de la ciencia». En *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional autónoma de México.
- Danilov, V. J. (1989). El Exploratorium de San Francisco veinte años después. *Revista Museum*, XLI(163), 155-159. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000848/084862so.pdf>¥84780
- Davallon, J. (1992). Le musée est-il vraiment un média? *Publics et Musées*, 2(1), 99-123.
- DeCarli, G. (2004). Un museo sostenible: museo y comunidad en la preservación activa de su patrimonio. *Revista Digital Nueva Museología*. Recuperado de <http://www.nuevamuseologia.com.ar/>

- Declaración de Budapest (2009). Recuperado de [http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm)
- Del Río, M. (1993). *Documento de presentación de Papalote Museo del Niño en su inauguración*. México.
- Dueñas, M. (2008). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Museos de ciencia*. Recuperado de [http://dgrzar.net63.net/museo/pdf\\_museo/MUSEOSDECIENCIA.pdf](http://dgrzar.net63.net/museo/pdf_museo/MUSEOSDECIENCIA.pdf)
- Durán, V. (2003), Exploratorium Cookbook I: A construction manual for Exploratorium exhibits, de Raymond Bruman. Recuperado de <http://www.mogap.net/pmt/vanessaduran.pdf>
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.
- Fayard, P. (1988). *Science aux Quotidiens*. Niza: Z'èditions.
- Fernández, L. A. (1999). *Introducción a la nueva museología*. Buenos Aires: Alianza Editorial.
- Fernández, M. A. (1987). *Historia de los museos de México*. México: Promotora de Comercialización Directa.
- Fleming, R. W. (1987). High-school graduates' beliefs about Science-technology-societyII. The interaction among Science, technology and society, *Science Education*, 71(2) ,163-186.
- Forgan, S. (1994). The architecture of display: museums, universities and objects in nineteenth-century Britain. *History of Science*, 32(2), 139-162.
- Foucault, M. (2002). *Las palabras y las cosas; una arqueología de las ciencias humanas*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Galeano, E. C. (1997). *Modelos de comunicación*. Buenos Aires: Editorial Macchi.
- García, A. (1999). *La exposición, un medio de comunicación*. Madrid: Akal.

- García, V. (2002). *Las ciencias sociales en la divulgación*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia.
- García, E. M. et al. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: O. E. I.
- Gay, A. (2011). *Las revoluciones que generaron el mundo de hoy: un mundo Tecno*. Córdoba, Argentina: Centro de Cultura Tecnológica.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the tehory of multiple intelligences*. New York: Basic Books Onc.
- Gil-Pérez, D.; Vilches, A. y González, M. (2004). Museos para la ‘globalidad’: una propuesta de museo que ayude a analizar los problemas de una región dada en el marco de la situación del mundo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 87-102.
- González, A. y Barata, A. (2007). *El patrimonio de Minerva*. Madrid: Red informativa de Museos de Ciencia.
- González, M. (2013). *Los niños de la generación touch*. Recuperado de <http://www.cromo.com.uy/los-ninos-la-generacion-touch-n537406>
- Gregory, R. (1989). Turning minds-on to Science by hands-on exploration: The nature and potential of the hands-on médium. En M. Quin (ed). *Sharing Science: Issues in the development of interactive science and technology centers: Nuffield Foundation on behalf of the Committee on the Public Understanding of Science (COPUS)*. London.
- González, M.; López, J. A; Luján, J. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Guijarro, V. y González de la Lastra, L. (2015). *La comprensión cultural de la tecnología. Una introducción histórica*. Madrid: Universitas.

- Gutiérrez, E. (2002). *Primer borrador del modelo pedagógico de Maloka*. Documento inédito. Bogotá: Maloka.
- Heers, J. (1995). *La invención de la Edad Media*. Barcelona: Crítica.
- Hernández, F. (1994). *Manual de museología*. Madrid: Síntesis.
- Hernández, F. (2001). *Manual de Museología*. Madrid: Síntesis.
- Hernández, F. (1998). *El museo como espacio de comunicación*. Gijón, España: Ediciones Trea S.L.
- Hottois, G. (1991). *El paradigma biotético*. Barcelona: Anthropos.
- Hooper, E. (1995). *Museums and the shaping of knowledge*. London, New York: Routledge.
- Jover, J. N. (2003). *La ciencia y la técnica como procesos sociales. Lo que la educación científica no debe olvidar*. La Habana.
- Klaus, B. J. (1995). *The Social Semiotics of Mass Communication*. Londres: Sage Publications.
- Knez, E. I. y Wright, A. G. (1970). The Museum as a Communications System: An Assessment of Cameron's Viewpoint. *The Museum Journal*, 13(3), 204-212.
- Koster H., E. (2000), «Los centros de ciencia como innovadores en la evolución de los museos». En Chamizo, J. A. (ed.). *Encuentros con la ciencia. El impacto social de los museos y centros de ciencia*. México: CONACYT, AMMCCYT.
- Kreimer, P. (2009). *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores S.A.
- Lamarca, M. J. (S. f.). *El nuevo concepto en la cultura de la imagen*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <http://www.hipertexto.info/documentos/interactiv.htm>
- Leff, E. (1988). *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. México: Siglo XXI, UNAM, PNUMA.

- Leitão, P. y Albagli, S. (1997). «Popularización de la ciencia y la tecnología: una revisión de la literatura». En *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*. Eduardo Martínez y Jorge Flores (comps). México: Fondo de Cultura Económica-UNESCO.
- León, A. (1978). *El museo, teoría, praxis y utopía*. Madrid: Cátedra.
- Lewenstein, B. V. (2003). Popularization. In John Heilbron (Ed.). *Oxford Companion to History of Modern Science*. Oxford/New York: Oxford University Press.
- Libedinsky, M. (1999). *Museos y educación: nuevas y viejas tecnologías*. VII Seminario Latinoamericano sobre Patrimonio Cultural «Museos y Diversidad Cultural. Viejas culturas, nuevos mundos». International Council of Museums (ICOM).
- López, J. A. (2003). «Ciencia, técnica y sociedad». En Ibarra, A. y L. Olivé (comp.), *Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI*. OEI: Universidad del País Vasco, Biblioteca Nueva.
- Lozano, M. (2005). *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología. Panorama desde los países del Convenio Andrés Bello*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- Lucas, A. M. (1997). «Infotainment y fuentes informales para el aprendizaje de la ciencia». En Martínez y J. Flores (comps.) *La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mac Quail, D. (1985). *Teoría de la comunicación de masas*. Barcelona: Paidós.
- Massarani, L. et al. (2015a). *Guía de centros y museos de ciencia de América Latina y el Caribe*. Río de Janeiro: Museo da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz. RedPOP: UNESCO.
- Massarani, L.; Aguirre, C.; Pedersoli, C.; Reynoso, E. y Lindegaard, L. M. (2015b). RedPOP: 25 años de Red en Comunicación de la Ciencia en América Latina. *JCOM*, 14(03), Y06\_es.

- McKenzie, J. (1997). *Building a Virtual Museum Community, Museums & The Web Conference*. Los Ángeles, California. Recuperado de <http://www.fno.org/museum/museweb.html>
- McLean, K. (1993). *Planning for people in museum exhibitions*. Washington, D.C.: Association of Science-Technology Centers.
- Medina, M. (1995). Tecnología de la ciencia. Universidad de los Andes. *Historia Crítica*, 10(enero-junio).
- Mokus, A. (1983). «Ciencia, técnica y tecnología». *Naturaleza, Educación y Ciencia*, 3(mayo–diciembre).
- Moragas, M. (1985). *Harold Lasswell. Estructura y función de la comunicación en la sociedad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Monserrat, M. (1993). *Ciencia, historia y sociedad en la Argentina del siglo XIX*. Buenos Aires: Centro Editor de América latina.
- Morales, G. L. (1994). *Orígenes de la museología mexicana. Fuentes para el estudio del Museo Nacional, 1780-1940*. México: Universidad Iberoamericana.
- Moreno, I. (s.f.). *Multimedia y museos en España: de prohibido tocar a toque por favor*. Recuperado de <http://www.zyberchema.net/Robotica/museoc.html>
- Morris, C. (1985). *Fundamentos de la teoría de los signos*. Barcelona: Paidós.
- Navarro, O. (2010). Museos en la crisis: una visión desde la museología crítica. *Revista de la Subdirección General de Museos Estatales*, 5-6, 50-57.
- Núñez, R. (2008). Los museos científicos coruñeses. *Ciclo Museos de la Ciencia para el futuro*. Zaragoza: Centro Cultural Ibercaja Zentrum.
- Núñez, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/salactsi/nunez02.htm>

- Oppenheimer, F. (1968). *A rationale for a science Museum. Curator, 11,206*. Recuperado de <http://www.exploratorium.edu/general/rationale.html>
- Ordoñez, J. (2001). *Ciencia, técnica e historia, una alianza incompleta*. Cátedra Alonso reyes (ITESM)/Javier Ordoñez. México.
- Orozco, G. (2005). Los museos interactivos como mediadores pedagógicos. *Sinéctica. Revista Electrónica de Educación, 26*. Recuperado de <http://portal.iteso.mx/portal/page/Sinectica/Historico/Numerosanteriores06/026>
- Pacey, A. (1990). *La cultura de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pacey, A. (1983). *The cultura of Technology*. Cambridge: Cambridge MIT Press. Trad. de Ríos, R., 1990. *La cultura de la tecnología*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Pacheco, M. (2007). Los museos de ciencia y la divulgación. *Redes, 12(25)*, 181-200.
- Padilla, G. y del C., J. (2002). Concepto de museos interactivos. *Educação para a Ciência –Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciência, 22,43-50*.
- Páramo, E. (2008). *El Parque de las Ciencias de Granada. Comunicación científica contemporánea*. Ciclo Museos de la Ciencia para el futuro. Zaragoza: Centro Cultural Ibercaja Zentrum.
- Papp, D. (1981). *Descubridores y descubrimientos entre Leonardo y Freud*. Chile: Editorial de la Universidad de Concepción.
- Pastor, M. I. (2004). *Pedagogía museística: nuevas perspectivas y tendencias actuales*. Barcelona: Ariel.
- Pavlov, I. (1997). *Los reflejos condicionados: lecciones sobre la función de los grandes hemisferios*. Madrid: Morata.

- Peirce, Ch. (2012). *Obras filosóficas resumidas*. Tomo I (1867-1893). México: Fondo de Cultura Económico.
- Pizzev, S. (1987). Interactive science and technology centres. *Science Projects Publishing*, 5-9,24-28.
- Platón (1967). *Obras completas*. Argentina: Editorial Bibliográfica Argentina S.R.L.
- Posada, E. (1995). *Apropiación social de la ciencia y la tecnología*. Bogotá: Ed. Presidencia de la República.
- Price, D. J. S. (1980). *Ciencia y tecnología: Distinciones e interrelaciones*. Estudios sobre sociología de la ciencia (Barnes, B. editor). Madrid: Editorial Alianza Universidad.
- Quintanilla, M. A. (1991). *Tecnología: un ensayo filosófico*. Buenos Aires: Eudeba.
- Rafaeli, S. (1988). Interactivity: From new media to communication. *Sage Annual Review of Communication Research: Advancing Communication Science*, 16, 110-134.
- Ramey-Gassert, L.; Walberg, H.J. Walberg, H.J. (1994). Reexamining connections: Museums as science learning environment. *Science Educatio*, 78(4), 345-363.
- Reedlander, N. (1999). *Bridges to Understanding Children's Museums*. Cleveland, Ohio: Ohio Arts Council.
- Rodrigo, M. (1995). *Los modelos de la comunicación*. Madrid: Tecnos.
- Rojas, A. A. (2011). *Mediadores educadores en los museos: las guías del museo interactivo de ciencia y tecnología, Maloka de Bogotá 2008-2010*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Investigación en Educación.
- Roqueplo, P. (1983). *El reparto del saber*. Buenos Aires: Gedisa.
- Sábato, J.; Mackenzie, M. (1982). *La producción de tecnología-autónoma o transnacional*. México: Editorial Nueva Imagen.

- Saldaña, J. J. (1996). *Historia social de las ciencias en América latina*. México: Universidad Nacional de México.
- Sánchez, C. (2004). Los museos de ciencia, promotores de la cultura científica. *Elementos*, 53(35-43).
- Shapin, S. (1996). *La revolución científica*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Saussure, F. (1945). *Curso de lingüística general*. Buenos Aires: Losada.
- Serrano, C. (2016). ¿Museos del futuro? Comunicación, educación e interactividad. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1142-3227-2-PB.pdf
- Serrat, N. (2000). Museos virtuales. Nuevos entornos de aprendizaje. *Comunicación y Pedagogía*, 170, 29-39.
- Simon, N. (2010). *The participatory museum*. Santa Cruz, California: Museum 2.0
- Schmitt, B. (2000). *Experiential Marketing*. Barcelona: Deusto.
- Solivérez, C. E. (2006). *Las tecnologías en la Argentina: breve historia social*. Buenos Aires: Editorial Capital Intelectual.
- Solivérez, C. E. (1992). *Ciencia, técnica y sociedad*. Buenos Aires: Facultad Latinoamericana de Ciencias sociales (FLACSO).
- Tappan, M. y Alboukeek, A. (1992). El medio museográfico o el museo como texto. *Revista Ciencia*, 43.
- Taquini, A. C. (hijo) (2010). *Nuevas universidades para el nuevo país y la educación superior 1968-2010*. Buenos Aires: Academia Nacional de Educación.
- van Dijck, T. A. (1990). *La noticia como discurso. Comprensión estructura y producción de la información*. Barcelona: Paidós.
- Wagensberg, J. (2007). «El papel de los Museos de la Ciencia en la sociedad del siglo XXI». Sesión 143 del Ateneo del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza.

- Wagensberg, J. (2000). Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Alambique 2000*, 26, 45-59.
- Wagensberg, J. (1999). *Ideas para la imaginación impura*. Editorial Tusquets Editores, 2da. Edición, España.
- Weissinger, G. (2010). *Museos y colecciones universitarios argentinos*. Buenos Aires: UMAC.
- Witker B. (2001). *Los museos*. México: Conaculta.
- Yarza L., J. (S.f.). *Las exposiciones universales*. Recuperado de <http://www.artehistoria.jcyl.es/arte/contextos/5147.htm>

### **Páginas web institucionales consultadas**

- American Alliance of Museums*: <http://www.aam-us.org/>
- Arte en la Red: <http://www.arteenlared.com/>
- Ashmolean, Museum of Art and Archaeology, University of Oxford*, <http://www.ashmolean.org/>
- Association of Science-Technology Centers, ASTC*: <http://www.astc.org/>
- Boston Children's Museum*: <http://www.bostonchildrensmuseum.org/>
- Brooklyn Childrens Museum*: <http://www.brooklynkids.org/>
- Brooklyn Museum*: <https://www.newyorkpass.com/Es/new-york-attractions/tickets/Brooklyn-Museum/>
- Children's Museum Indianapolis*: <https://www.childrensmuseum.org/>
- Comité Nacional de ICOM Argentina, <http://network.icom.museum/icom-argentina>
- Consejo Internacional de Museos, ICOM, <http://icom.museum/>

*Conservatoire National des arts et métiers*, le cnam: <http://www.cnam.fr/>

*CosmoCaixa Barcelona*: [https://obrasocial.lacaixa.es/nuestroscentros/cosmocaixabarcelona/elmuseo\\_es.html](https://obrasocial.lacaixa.es/nuestroscentros/cosmocaixabarcelona/elmuseo_es.html)

*Deutsches Museum*, <http://www.deutsches-museum.de/>

Exploratorium: <http://www.exploratorium.edu/>

*Exprimentarium City Copenhagen*: <http://www.visitcopenhagen.com>

Imaginary: <https://imaginary.org/exhibitions>

Instituto Latinoamericano de Museos, ILAM: <http://www.ilam.org/>

*La Villette*: <http://lavillette.com/>

*Louvre*: <http://www.louvre.fr/>

Maloka: <http://www.maloka.org/>

Museo Galileo. Museo de Historia de la Ciencia: <http://www.museogalileo.it/>

Museo Virtual de la Historieta Colombiana: <http://www.facartes.unal.edu.co/muvirt/museovhc.html>

*Museum of the History of Science (Oxford)*: <http://www.mhs.ox.ac.uk/>

*NEMO, Science Center*: <https://www.e-nemo.nl/en/>

*Palais Découvert*: <http://www.palais-decouverte.fr>

Papalote. Museo del Niño: <https://www.papalote.org.mx/>

*Ontario Science Centre*: <https://www.ontariosciencecentre.ca/>

Real Academia Española: <http://www.rae.es/>

*Science Museum, London*: <http://www.sciencemuseum.org.uk/>

*Smithsonian Institution*: <http://www.si.edu/>

*The British Museum:* [http://www.britishmuseum.org/about\\_us/news\\_and\\_press/statements/parthenon\\_sculptures.aspx?fromShortUrl](http://www.britishmuseum.org/about_us/news_and_press/statements/parthenon_sculptures.aspx?fromShortUrl)

UMAC – Museos y colecciones universitarias. Comité Internacional para los museos y las colecciones universitarias: <http://icom.museum/>

*Universcience:* <http://www.universcience.fr>

## DIANA CAZAUX

Licenciada en Ciencias de la Información y Opinión de la Universidad del Museo Social Argentino. Postgraduada de Profesora Universitaria y Especialista en Educación a Distancia, Universidad de Morón (UM). Doctora en Comunicación Social, Universidad Austral (UA). Especialista O.E.A./CIESPAL en Periodismo Científico. Directora de la Diplomatura en Divulgación Científica; Consejera Académica, Investigadora Principal y Profesora Titular en la UM. Directora de tesis de Maestría en Comunicación de las Organizaciones, de la UA. Presidente de la Asociación Iberoamericana y de la Asociación Argentina de Periodismo Científico. Conferencista internacional en reuniones de la especialidad. Jurado Premio ADEPA (Asociación de Editores Periodísticos), especialización Periodismo Científico. Autora de los libros: *El ADN del periodismo científico*; *El reportaje interpretativo*, editado por el CIESPAL; *Historia de la divulgación científica en la Argentina*, de Editorial Teseo; *El Departamento de Comunicación como fuente del periodismo científico*, de Editorial Académica Española; e *Historia del periodismo científico en la Argentina*, editado por la Academia Nacional de Periodismo de Argentina.



ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS MUSEOS  
INTERACTIVOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Este libro se terminó de imprimir

Ediciones Diario Actual en el mes de diciembre de 2016

Fuentes tipográficas: *Times New Roman* para texto corrido, en 11 puntos.  
para títulos *New Athena Unicode*, en 15 puntos y subtítulos *Times New Roman bold*, en 12 puntos