

## **De eso no se habla. Efectos tóxicos de materiales de construcción en la salud y el ambiente**

**Mühlmann, Susana Isabel 1\*;** **Damin, Carlos Fabián 1\*\***

[susanamul@hotmail.com](mailto:susanamul@hotmail.com); [cdamin@fmed.uba.ar](mailto:cdamin@fmed.uba.ar)

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-FADU-UBA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina 1\*

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Medicina. 1º Cátedra de Toxicología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina 1\*\*

Línea temática 1. Palabras, campo, marco

(Conceptos y términos en la definición teórica de las investigaciones)

### **Palabras clave**

Construcción, Materiales, Toxicidad, Ambiente, Salud

### **Resumen**

En la historia de la Arquitectura, las reglas del arte han evolucionado en pos de mejorar la calidad constructiva y la técnica en obra, facilitando la obtención de insumos para resolver defectos y falencias de larga data. Es así como nuevos sistemas constructivos y materiales fueron reemplazando los que generaban dificultades. Un ejemplo es la argamasa, sustituida por el cemento.

La habitabilidad no ha sido ajena a esta evolución. La tecnología permitió la incorporación de locales que por cuestiones de higiene estaban fuera de los edificios, como los baños y las cocinas, y el desarrollo de los sistemas de calefacción y refrigeración sumó confort térmico. Es así que desde hace más de un siglo, los edificios contemporáneos se erigen en el

---

mundo con firmeza e instalaciones. No obstante, el advenimiento de la sustentabilidad arrojó nueva luz acerca de aspectos menos conocidos y que hoy es urgente resolver, como el agotamiento de recursos no renovables y el consumo energético en procesos de producción, construcción y uso edilicio, y también, sobre efectos en la salud y el ambiente que determinados componentes provocan.

Ya es sabido que el amianto/asbesto y el plomo son nocivos para la salud humana. Las fichas técnicas y datos de seguridad de adhesivos, acabados y preservantes de la madera dan cuenta de las precauciones que hay que tomar si tienen contenido de compuestos orgánicos volátiles o si se queman. Sin embargo, la información que llega a los profesionales de la construcción es limitada.

En ese sentido, las palabras son fundamentales, y en este caso, términos como carcinogénos, mutágenos, disruptores endócrinos y alérgenos, son clave para la comprensión de efectos que solo se conocen en el ámbito de la salud. Aunque su relación con lo que implica la selección y el uso de determinados químicos en la construcción y las formas en que los absorbe el organismo humano es directa, no suele haber mención alguna.

Encuadrado en un proyecto de tesis doctoral que describe los aspectos tóxicos de ciertos materiales utilizados en los edificios en la Ciudad de Buenos Aires a partir de una mirada desde la salud, este trabajo se propone avanzar en la articulación entre Arquitectura y Medicina y, a partir de palabras clave de ambas disciplinas, aportar información sobre los riesgos y efectos en la salud humana y el ambiente de químicos usados en la construcción, en concordancia con la propuesta de estas jornadas.

## Introducción

En todos los avances tecnológicos, la química tiene un papel preponderante. Desde la Prehistoria, el ser humano fue capaz de reconocer las ventajas de los metales y usarlos en la fabricación de instrumentos. Existe evidencia de utilización del plomo (Pb) desde la cultura egipcia. En utensilios de peltre<sup>1</sup> con porcentajes variables de Pb desde la Edad Media (Córdoba de la Llave, 2002) hasta el siglo XVIII (Way, 2010) y en orfebrería y pintura artística en el siglo XV (Robles-Osorio y Sabath, 2014). Sus propiedades lo habilitaron como componente de pinturas y de instalaciones sanitarias, y aislante de salas de Rayos X hasta el presente. El mercurio (Hg) también jugó su papel como componente en tratamientos para la sífilis (Ross-Vivanco et al, 2018) y hasta de sombreros en el período Victoriano, originando la Enfermedad del Sombrero Loco<sup>2</sup> (MNT, 2021), bautizada así por las características inequívocas del personaje de Alicia en el País de la Maravillas (Carroll, 1865). Acercándose a nuestro siglo, el Hg se usó en dispositivos de medición como termómetros y barómetros, en iluminación urbana (Gendre, 2003) y en las recientes luminarias de bajo consumo (SCHER, 2010). En la Revolución Industrial, las altas temperaturas alcanzadas por las máquinas a vapor (Martínez Medina, 2011) reimpulsaron el uso de un mineral abundante, liviano, con propiedades ignífugas y de aislación térmica, entre otras, como el amianto/asbesto que, entre los aproximadamente tres mil productos que lo contienen, se abre paso en los edificios a través de los sistemas de calefacción central (Mühlmann, 2017). A partir de la 2da. Guerra Mundial, la industria petroquímica catapultó diversidad de derivados aplicados a la construcción, los materiales sintéticos, de gran prestación pero insoslayable impacto en ambiente y salud, y mal comportamiento ante el fuego por la liberación de emisiones tóxicas (Mühlmann & Damin, 2020). La madera, en particular, requiere de tratamientos para prevenir el ataque de agentes químicos, biológicos y climáticos, cuyo impacto no está en el uso sino en las etapas de fabricación y aplicación, y en caso de arder (Mühlmann & Caruso, 2018). Tal ha sido auge de la química que, en 1935, la empresa Dupont Chemical lanza en los EE.UU., el slogan *Better things for better living*<sup>3</sup>, que atribuye beneficios a todo producto industrializado. En la actualidad, en relación a la industria farmacéutica, la frase se transformó en una ironía que inspiró la serie de televisión homónima, estrenada en 2016 (Callahan, 1999). En este contexto, un llamado de atención surge promediando el siglo XX, con la publicación de *Silent Spring*<sup>4</sup> (Carson, 1962), que advierte con datos ciertos sobre el rol de la química industrial, apuntando al uso de pesticidas como el DDT

<sup>1</sup> Aleación de cinc, plomo y estaño, también encontrado con agregado de hierro y cobre (Córdoba de la Llave, 2002)

<sup>2</sup> Traducción del inglés Mad Hatter Disease

<sup>3</sup> Traducción del inglés: Mejores cosas para vivir mejor

<sup>4</sup> Traducción del inglés: Primavera silenciosa

y sus consecuencias. Dedicado a Albert Schweitzer de quien cita: *El hombre ha perdido la capacidad de prever y prevenir. Él terminará destruyendo la tierra*, se lo considera el primer libro divulgativo sobre impacto ambiental. Acompasando este panorama, tan sigilosa como simultáneamente, investigaciones científicas se concentraban en alteraciones de la salud humana de las que por años no se conoció su causa, ni su cura, ni su nombre. Las palabras para identificarlas y comprenderlas también se estaban gestando.

### **Hipótesis de trabajo**

Los edificios tienen materiales que por su composición química, o por haber recibido determinados tratamientos, o por su eventual contacto con el fuego o el agua, son tóxicos para el ambiente y la salud humana y se clasifican como carcinógenos, mutágenos, disruptores endócrinos y alérgenos.

La información sobre los riesgos y efectos en la salud humana de químicos comprobadamente tóxicos usados en edificios constituye un aporte para la selección criteriosa de materiales, el reconocimiento de los mismos en edificios existentes, y en el diagnóstico y tratamiento en caso de exposición.

### **Objetivos**

Promover el debate sobre las posibilidades de articulación entre Arquitectura y Medicina a través del conocimiento de las clasificaciones internacionales de los efectos en la salud humana de determinados materiales presentes en los edificios.

Presentar legislación y casos de materiales concretos en edificios para facilitar la comprensión de estas situaciones.

Exponer cómo a partir de esta articulación es posible incidir en los programas de estudio y las políticas de estado, actualizando documentación oficial y ampliando las posibilidades de aplicación de criterios de sustentabilidad en forma regulada.

### **Estado de la cuestión**

Décadas llevó que se prestara atención a los efectos en salud y en el ambiente de determinados materiales de construcción. Esta toma de conciencia condujo a que términos provenientes del ámbito de la salud se incorporen al vocabulario habitual. Sin embargo, fuera del campo de la Medicina, no se tiene conocimiento de por qué una sustancia o un material puede ser riesgoso y eventualmente, causante de daño en la salud humana. La situación suele oscilar entre la desinformación y la alarma. El desafío es llevar información cierta de una disciplina a otra para profesionales, usuarios, clientes y pacientes, dando respuesta a inquietudes tales como: ¿Cuándo, cómo y en qué condiciones un material implica un riesgo para la salud? ¿Cuáles son, dónde están y cómo se

clasifican? ¿Qué significan esas clasificaciones? El abordaje de esos conocimientos abre la posibilidad de una selección criteriosa de materiales, como así también, cómo proceder con los que se encuentran en edificios erigidos previamente a su restricción o prohibición por comprobaciones científicas de sus efectos tóxicos y, paralelamente, agilizar diagnósticos y tratamientos ante casos de enfermedad por exposición a los mismos. Se trata de un problema a nivel internacional en pleno debate en el que la Argentina participa desde la ciencia, la construcción y la legislación. La investigación *La cara oculta de la Arquitectura. Una mirada desde la salud y el ambiente* (Mühlmann & Damin, 2020) ya abordó el tema al exponer químicos usados en la construcción con comprobados efectos tóxicos en la salud humana, su relación con los sistemas de certificación ambiental de edificios y materiales, los listados de químicos prohibidos o restringidos que la mayoría de estos sistemas incluyen, las investigaciones científicas internacionales con resultados ciertos en los que se basan, la correlación con normativa local e internacional y ejemplos de esos químicos en edificios. Este trabajo retoma la mención de las clasificaciones de los químicos que conforman esas listas, con términos tales como *carcinógenos*, *mutágenos*, *disruptores endócrinos* y *alergenos*, para conocer su significado y relacionarlos con materiales concretos, a fin de profundizar en aspectos comunes de la Arquitectura y la Medicina y fundamentalmente, en su articulación, con las palabras como camino.

### **Metodología de trabajo**

Se realizó una búsqueda bibliográfica de las clasificaciones internacionales de químicos según sus efectos en la salud humana. Los resultados se relacionaron con materiales comúnmente usados en la construcción, su situación oficial local e internacional, sus usos y cómo afectan al organismo humano.

### **Clasificaciones internacionales de químicos tóxicos para la salud humana**

En función de conocer y comprender cómo se clasifican los químicos según sus efectos en la salud humana, se presentan dos documentos internacionales que abordan: 1) la problemática de los peligros químicos a través de la **evaluación de riesgos** en la salud y el ambiente y 2) la información que llega a los consumidores mediante un sistema de fichas que incluyen las **clasificaciones** de los efectos de los químicos en la salud y el ambiente.

- 1) *Herramienta de Evaluación de Riesgos para la Salud Humana de la OMS: Peligros Químicos* (© Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017)

Se trata de un proyecto realizado dentro del Programa Internacional sobre Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS) sobre la Armonización de Planteamientos acerca de la Evaluación de Riesgos de la Exposición a Productos Químicos. Publicado bajo el patrocinio conjunto de la OMS, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Programa de las Naciones

Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y producido dentro del marco del Programa Interinstitucional para la Gestión Racional de los Productos Químicos (IOMC). Creado en 1980, el objetivo del IOMC es fomentar la coordinación de las políticas y las actividades de las Organizaciones Participantes, conjuntamente o por separado, para lograr la gestión racional de los productos químicos en relación con la salud humana y el ambiente. En el marco del proyecto se cita:

La producción y el empleo de productos químicos están aumentando en todo el mundo. Por ejemplo, la producción mundial de productos químicos ha aumentado aproximadamente diez veces entre 1970 y 2010. La OMS calcula que más del 25% de la carga mundial de morbilidad está vinculado a factores medioambientales, incluidas las exposiciones a productos químicos tóxicos. La exposición al **plomo**, por ejemplo, representa el 3% de las enfermedades cerebrovasculares y el 2% de las cardiopatías isquémicas en todo el mundo. Aproximadamente un 9% de los casos de cáncer de pulmón se atribuye a la exposición profesional a sustancias tóxicas y un 5% a la contaminación del aire. La exposición al **amianto**, que todavía se emplea en algunos países, causa cáncer de pulmón y mesotelioma. Se estima que las intoxicaciones accidentales matan a unas 355.000 personas al año, dos tercios de las cuales se encuentran en países en desarrollo, donde dichas intoxicaciones están estrechamente relacionadas con la exposición excesiva a, o el uso inadecuado de, productos químicos tóxicos, incluidos los pesticidas. A pesar de lo que se conoce desde hace años acerca de los posibles riesgos para la salud pública que pueden suponer los productos químicos, estos problemas no han sido abordados por completo. Sobre todo persisten en los países en desarrollo, que habitualmente tienen menos recursos para la gestión de riesgos químicos. Esto, junto con el crecimiento previsto en la producción y en el uso de productos químicos en el mundo en desarrollo, probablemente dará como resultado un aumento de los efectos adversos para la salud si no se pone en práctica la gestión racional de productos químicos.

El objetivo del proyecto del IPCS es armonizar los planteamientos acerca de la evaluación de riesgos a nivel mundial mediante una mejor comprensión y el fomento de principios y directrices básicos sobre cuestiones específicas de la evaluación de riesgos químicos. El propósito es ofrecer a los usuarios asesoramiento para identificar, adquirir y emplear la información necesaria para evaluar los peligros químicos, la exposición y los riesgos para la salud correspondientes en sus contextos de evaluación de riesgos para la salud determinados a nivel local y/o nacional.

Para la mejor comprensión de la evaluación de riesgos químicos para la salud, cuyos resultados darán lugar a la clasificación de sustancias, se plantea la importancia de formular el problema e incluir cuatro pasos adicionales: 1) identificación del peligro, 2) caracterización del peligro, 3) evaluación de la exposición y 4) caracterización de riesgos (Tabla 1).

**Tabla 1: Paradigma para la evaluación de riesgos, incluida la formulación del problema.**

<i>Paso</i>	<i>Descripción</i>	<i>Contenido</i>
Formulación del problema	Establece el alcance y el objetivo de la evaluación	Definición de la cuestión Conocimiento previo Resultados esperados
Identificación del peligro	Identifica el tipo y el carácter de los efectos sanitarios adversos	Estudios en humanos Estudios toxicológicos basados en animales Estudios toxicológicos in vitro Estudios estructura-actividad
Caracterización del peligro	Descripción cualitativa o cuantitativa de las propiedades inherentes de un agente que tengan el potencial para causar efectos sanitarios adversos	Selección del conjunto de datos críticos Modos/mecanismos de actuación Variabilidad cinética Variabilidad dinámica Dosis-reacción para efectos críticos
Evaluación de la exposición	Valoración de la concentración o la cantidad de un agente concreto que alcanza una población objetivo	Magnitud Frecuencia Duración Ruta Grado
Caracterización de riesgos	Recomendaciones para decidir	Probabilidad de aparición Gravedad Población determinada Incertidumbres consiguientes

Fuente: IPCS, 2017, pp. 4: en línea

Con los resultados obtenidos se abordan las **Aplicaciones de la evaluación de riesgos de los productos químicos para la salud humana:**

Las evaluaciones de riesgos químicos para la salud humana pueden efectuarse para analizar exposiciones pasadas, presentes e incluso futuras a cualquier producto químico que se encuentre en aire, suelo, agua, alimentos, productos de consumo u otros materiales. Pueden tener carácter cuantitativo o cualitativo y se suelen ver limitadas por la

ausencia de información completa. Para la protección de la salud pública, este tipo de evaluaciones habitualmente se realiza de un modo en que sea poco probable subestimar el riesgo real e independientemente, se basan en el *conocimiento científico de la conducta contaminante, la exposición, la dosis y la toxicidad*. A grandes rasgos, el riesgo depende de los factores siguientes:

- La cantidad de una sustancia química presente en un medio ambiental (p. ej., suelo, agua, aire), alimento y/o producto;
- La cantidad de contacto (exposición) que tiene una persona con el contaminante en el medio; y
- La toxicidad del producto químico.

La adquisición de conocimientos para describir estos tres factores es el pilar o el cimiento de la mayoría de evaluaciones de riesgos. Dado que dichos datos no siempre están disponibles, muchas evaluaciones de riesgos requieren que se realicen estimaciones o valoraciones respecto a algunos registros de datos o caracterizaciones. Por consiguiente, los resultados de la evaluación de riesgos tienen ambigüedades vinculadas, las cuales deben caracterizarse en la medida de lo posible.

A partir de lo expuesto se comprende que una clasificación depende de la toma de información en determinadas condiciones en las que se contemplan una serie de factores y variables. La obtención de resultados, no obstante, es posible y también, volcarlos en gráficos para facilitar su lectura (Tabla 2).

**Tabla 2: Efectos sobre la salud humana incluidos en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)**

<i>Efecto para la salud</i>	<i>Número de categorías peligrosas</i>	<i>Criterios para las categorías</i>
Toxicidad aguda	5	DL <sub>50</sub> y CL <sub>50</sub>
Corrosión/irritación cutánea	3	Corrosivo, irritante, leve
Daño/irritación ocular grave	1	Efectos irreversibles
Sensibilizador respiratorio	3	Pruebas de efectos en humanos
Sensibilizador cutáneo	3	Pruebas de efectos en humanos
Mutagenicidad en células germinales	2	Pruebas de efectos en humanos
Carcinogenicidad	2	Pruebas de efectos en humanos
Tóxico para la reproducción	2	Pruebas de efectos en humanos
Efectos sobre o mediante la lactancia	1	Preocupación por los efectos
Toxicidad específica en órganos (exposición aguda)	3	Solidez de las pruebas
Toxicidad específica en órganos (exposición reiterada)	2	Solidez de las pruebas
Peligro de aspiración	2	Pruebas de efectos en humanos

CL<sub>50</sub>, concentración letal media; DL<sub>50</sub>, dosis letal media

Fuente: IPCS, 2017, pp 16: en línea (Tabla 4 en el original)

Dada la gravitación del efecto de **carcinogenicidad**, el proyecto expresa:

La ponderación de las pruebas de los efectos **cancerígenos** de un producto químico en los humanos es otra característica importante de la identificación de peligros. La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC<sup>5</sup>), fundada en 1965 por la OMS, categoriza los productos químicos y otros agentes en una de las cinco categorías en base a la solidez de las pruebas de que un agente podría alterar la incidencia por edad del cáncer en humanos:

- **Grupo 1:** el agente es cancerígeno para los humanos
- **Grupo 2A:** el agente es probablemente cancerígeno para los humanos
- **Grupo 2B:** el agente es posiblemente cancerígeno para los humanos
- **Grupo 3:** el agente no es clasificable por su carcinogenicidad para los humanos

<sup>5</sup> Sigla del original en inglés: International Agency for Cancer Research

- **Grupo 4:** el agente probablemente no es cancerígeno para los humanos

En el contexto del sistema de clasificación de la IARC, un peligro de cáncer **es un agente capaz de causar cáncer bajo unas circunstancias determinadas.**

La IARC, a la vez, adopta la clasificación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA/GHC<sup>6</sup>) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para armonizar diferentes sistemas de evaluación del riesgo químico en el mundo, que divide el Grupo 1 en (GHC, 2011, pp163: en línea):

- **Grupo 1A:** la evaluación se basa principalmente en evidencia humana
- **Grupo 1B:** la evaluación se basa principalmente en evidencia animal

En el marco un proyecto mucho más amplio y de mayor alcance, queda claro que las clasificaciones de los químicos según sus efectos en la salud humana surgen de estudios científicos rigurosos, en los que las variables más imponderables también se consideran, por lo tanto, los resultados arrojados son ciertos y sólidos.

2) *Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX: una herramienta para prevenir el riesgo químico (Santos Otero, 2020)*

Se trata de un proyecto presentado en el CONAMA 10 - Congreso Nacional del Medio Ambiente de España. Con foco en la correcta clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, y la calidad de las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) de productos químicos peligrosos, alerta sobre la carencia de información para identificar riesgos derivados de dichos productos en salud y ambiente. Propone una base de datos pública, gratuita, accesible y sistematizada sobre sustancias peligrosas a través de fichas que incluyen: 1. Identificación de sustancias: nombre, sinónimos, nombres comerciales y grupos químicos. 2. Principales usos. 3. Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ). 4. Clasificación y etiquetado de sustancias según normativa española, con indicaciones de peligro, pictogramas y consejos de prudencia y **5. clasificaciones y definiciones de los Riesgos específicos para la salud:**

<sup>6</sup> Sigla del original en inglés: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

- **Cancerígeno:** sustancia capaz de causar cáncer (la carcinogenicidad es la capacidad de causar cáncer) por inhalación, ingestión o penetración cutánea (Harte et al, 1991, pp. 440).
- **Mutágeno:** agente externo capaz de provocar una mutación; Varias sustancias químicas, formas de radiación y virus son mutágenos (mutagenicidad: capacidad de causar una mutación. **Mutación:** un cambio en el material genético (ADN<sup>7</sup>) de las células (Harte et al, 1991, pp 444).
- **Tóxicos para la reproducción:** sustancias o mezcla de sustancias que provoca malformaciones genéticas (UPC, 2020).
- **Disruptores endocrinos:** sustancias en el ambiente (aire, suelo o agua), fuentes de alimentos, productos para el cuidado personal y productos manufacturados que interfieren con el funcionamiento normal del sistema endocrino (hormonal) del cuerpo (*Health Hormone Network*, 2021).
- **Neurotóxico:** agente químico, biológico o físico capaz de provocar cambios funcionales o estructurales adversos en el sistema nervioso central (*National Research Council US*, 1992).
- **Sensibilizantes o alérgenos:** sustancias que inducen hipersensibilidad de las vías respiratorias o una respuesta alérgica por contacto con la piel. **Sensibilización:** respuesta inmunológica que causa la reacción alérgica tras una exposición repetida (ILPI, 2021)

Complementariamente, se clasifican y definen los **Riesgos específicos para el medio ambiente** en sustancias (Santos Otero, 2020):

- **Tóxicas, persistentes y bioacumulativas, y muy persistentes y muy bioacumulables (mPmB):** sustancias que son tóxicas para organismos acuáticos o mamíferos y/o se degradan con dificultad en el ambiente y tienden a acumularse en los organismos de los seres vivos.
- **Que presentan toxicidad acuática:** sustancias que pueden dañar organismos acuáticos (presentan ecotoxicidad acuática) o pueden dañar a las personas (toxicidad humana) a través de vías acuáticas de exposición.
- **Que dañan la atmósfera:** sustancias cuya liberación a la atmósfera puede provocar daños directos (contaminación atmosférica), alterar su composición o funcionalidad (efecto invernadero) o daños indirectos (deterioro de la capa de ozono).

<sup>7</sup> Ácido desoxirribonucleico

- **Contaminantes de suelos**
- **Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's):** sustancias químicas que:
  - tienen una elevada permanencia en el medio ambiente al ser resistentes a la degradación, son bioacumulables, incorporándose en los tejidos de los seres vivos y pudiendo aumentar su concentración a través de la cadena trófica (biomagnificación),
  - son altamente tóxicas y provocan graves efectos sobre la salud humana y el medio ambiente y,
  - tienen potencial para transportarse a larga distancia, pudiendo llegar a regiones en las que nunca se han producido o utilizado.

Con ambas clasificaciones, se hace mención de la *Lista negra de sustancias de ISTAS*<sup>8</sup> (ISTAS, 2008), cuya finalidad es alertar al usuario sobre *aquellas sustancias cuyos posibles daños a la salud y al medio ambiente son tan importantes que debemos evitar su uso o presencia en los lugares de trabajo y su vertido al ambiente*, clasificadas como:

- Cancerígenas
- Mutágenas
- Tóxicas para la Reproducción
- Disruptores Endocrinos
- Sensibilizantes
- Neurotóxicos
- Tóxicas, Persistentes y Bioacumulativas

En virtud de la contemplar variables, las clasificaciones también se realizan a través de métodos de evaluación y comparación de los efectos sobre la salud y el ambiente de químicos, específicamente sus datos sobre peligrosidad. El *Método de Columnas* (IFA, 2020) desarrollado por el *Instituto de seguridad y salud en el trabajo del Seguro Social de Accidentes de Alemania (IFA)*<sup>9</sup>, consiste en una matriz de 6 columnas en las que aparecen las categorías de peligros:

- Toxicidad aguda<sup>10</sup> y toxicidad crónica<sup>11</sup>
- Riesgo de incendio y de explosión
- Exposición potencial a los peligros

<sup>8</sup> Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud de España.

<sup>9</sup> Traducción del original en alemán: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

<sup>10</sup> Es el efecto que puede ocasionar a corto plazo un producto químico (IFA, 2020).

<sup>11</sup> Es el efecto que puede ocasionar a largo plazo un producto químico. Estos efectos son más lentos, requieren exposiciones repetidas y pueden tardar meses o años en aparecer (IFA, 2020).

- Riesgos asociados al proceso
- Riesgos para el medio ambiente

### **Estudios de Caso. Químicos tóxicos usados en la construcción**

A partir de estas clasificaciones, a modo de ejemplo, se presentan químicos comúnmente utilizados en la construcción, su clasificación internacional según sus efectos tóxicos en la salud humana, encuadre en normativa nacional e internacional, usos y efectos concretos en la salud (Tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

En relación a los últimos, sus efectos dependen de condiciones tales como dosis, frecuencia, ubicación en los edificios, estado de mantenimiento, tipo de población expuesta y también, eventos como el contacto con el fuego, entre otros factores, por lo que cada situación, edificios en este caso, siempre requerirá una evaluación de riesgos particular.

Dada la extensión de los químicos testados, se toman los presentados en la investigación *La cara oculta de la Arquitectura. Una mirada desde la salud y el ambiente* (Mühlmann y Damin, 2020) y se agregan nuevos, en función de cubrir un espectro en relación a las clasificaciones´

**Tabla 3: Asbesto / Amianto**

Categoría de **Prohibido** del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación por Resolución MSN 845/00 y Resolución MSN 823/ 01 en el territorio nacional (MSN, 2017, pp14: en línea) y por Ley 1820/05 en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CEDOM, 2005: en línea)

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado como Carcinógeno 1A de la IARC (testado en humanos)** Asbesto en todas sus formas incluyendo actinolita, amosita, antofilita, crisotilo, crocidolita y tremolita. También sustancias minerales (p.ej. talco y vermiculita) con contenido de fibras de asbesto (IARC, 2021, pp14: en línea)

Clasificación Y36 según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes: Asbesto (polvo y fibras) (ONU, 1992, pp 47: en línea), incluida en la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

**Usos en construcción:** Aún se lo encuentra como aislante térmico e impermeabilizante revistiendo piezas portantes de acero, calderas metálicas y antepechos de ventanas de madera con radiadores, en aislaciones sellantes de sistemas de calefacción, adhesivos para baldosas, fibrocemento (tejas, tanques de agua, chapas acanaladas, losetas), la capa superior de pavimento asfáltico y como aislante acústico en spray o mezclado en placas, entre otros usos (Mühlmann, 2017: en línea)

**Efectos en la salud:** De acuerdo a la roca mineral de la que se extrae, hay dos tipos de asbesto: **anfíboles** (variedad amosita, crocidolita –conocido como *asbesto azul*, tremolita, antofilita y actinolita) y **serpentina** (crisotilo -conocido como *asbesto blanco*). El riesgo extremo para el sistema respiratorio es la biopersistencia de las fibras dentro de los pulmones, que no se eliminan y pueden permanecer intactas más allá del ciclo de vida humano, lo que en un período de latencia que dependiendo de cada organismo puede oscilar entre aproximadamente 20 a 40 años, da tiempo para el potencial desarrollo de formaciones cancerosas. Las enfermedades más frecuentes relacionadas con la exposición al amianto/asbesto son: Asbestosis - Mesotelioma - Cáncer de Pulmón. Se comprobó que no hay cantidad mínima de fibras inhaladas para causar daño.

Autores: Mühlmann y Damin

**Tabla 4: Arsénico (As)**

Categoría de **Prohibido** del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación por Decreto 2121/ 90 (MSN, 2017, pp13: en línea). **Prohibición Total**. Se usa en construcción.

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado como Carcinógeno 1A de la IARC (testado en humanos)** Arsénico y componentes inorgánicos de arsénico (IARC, 2021, pp 32: en línea)

Clasificación Y24 según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes (ONU, 1992, pp 47: en línea), incluida en la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

**Usos en construcción:** Metal pesado que junto al Cobre y el Cromo, conforma las sales hidrosolubles CCA (Copper Chromiun Arseniate = Arseniato de Cobre Cromatado) para tratamientos preservantes de madera por impregnación en autoclave (Urrutia, 2016: en línea), comercializadas en territorio nacional. En EEUU, *la venta de madera tratada con CCA para la mayoría de los usos residenciales se detuvo a fines de 2003, sin embargo, hay estructuras como cimientos de casas, terrazas, cercas o juegos de juegos que contienen madera tratada con CCA todavía en uso* (American Cancer Society, 2021: en línea)

**Efectos en la salud:** Según la IARC, *hay evidencia de cáncer de pulmón, de vejiga y de piel. También refiere estudios sobre cáncer de riñón, de hígado y de próstata.* Además, clasifica los compuestos orgánicos de As: ácido dimetilarsínico (DMA, también conocido como ácido cacodílico) y ácido monometilarsínico (MMA), como "posiblemente cancerígenos en humanos" y a otros compuestos orgánicos de As como "no clasificables en cuanto a su carcinogenicidad en humanos". Una preocupación del uso de madera tratada con CCA son los juegos para niños, que pueden ingerir pequeñas cantidades de As si se llevan las manos a la boca después de tocar la madera o la tierra que la rodea, y recomienda que no se use donde pueda ocurrir un contacto rutinario con alimentos, animales o áreas con cultivos de verduras, frutas o hierbas. El As también se puede liberar al aire al cortar o quemar madera tratada con CCA. Al cortarla es importante utilizar el equipo de seguridad adecuado, incluida una máscara, para limitar su exposición y limpiar el aserrín de inmediato. Se alerta sobre no quemar la madera tratada con CCA. (American Cancer Society, 2021: en línea).

Autores: Mühlmann y Damin

**Tabla 5: Bisfenol A (BPA)**

Categoría de **Restringido** del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación por Disposición ANMAT/MSN 1207/2012 (MSN, 2017, pp 7: en línea)

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado en el Grupo 3 de la IARC** (no es clasificable por su carcinogenicidad para los humanos) (IARC, 2021, pp 16: en línea)

Clasificación Y13 (residuos de la producción, formulación y uso de resinas, látex, plastificantes, colas / adhesivos) según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar. Corrientes de desechos (ONU, 1992, pp 47: en línea), incluida en la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

**Usos en construcción:** Es un compuesto sintético a base de carbono, que pertenece al grupo de los derivados del difenilmetano y los bisfenoles. Es un sólido incoloro soluble en solventes orgánicos, pero poco soluble en agua. Comercializado desde 1957, se utiliza como endurecedor en la fabricación de plásticos de policarbonato y resinas epoxi. Estas resinas con contenido de BPA se utilizan para revestir tuberías de agua defectuosas y como revestimiento interior de recipientes de alimentos y bebidas. En algunos casos, el BPA puede encontrarse como antioxidante en el PVC flexible (GreenSpec, 2021: en línea).

**Efectos en la salud:** Los estudios epidemiológicos sugieren un vínculo entre la exposición al BPA en humanos y múltiples consecuencias endocrinas adversas, que incluyen no solo las funciones reproductivas masculinas y femeninas, sino también alteraciones de las hormonas tiroideas, la función inmunológica, la alteración de la homeostasis de la glucosa (diabetes), las enfermedades cardiovasculares y la obesidad. La exposición al BPA también se ha relacionado con el desarrollo de cánceres sensibles a las hormonas, especialmente el cáncer de mama. Los modelos animales han demostrado que la exposición al BPA durante las ventanas críticas de desarrollo de la glándula mamaria en el útero puede alterar la biología de la glándula mamaria y aumentar el riesgo de cáncer de mama posterior en la vida posterior (Darbre, 2020: en línea).

Autores: Mühlmann y Damin

### Tabla 6: Formaldehído

Categoría de **Restringido** por Disposición ANMAT/MSN 4623/2006

y **Prohibido** por Resolución 709/1998 del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación (en **productos domisanitarios**, no en construcción) (MSN, 2017, pp 8 y pp 19: en línea)

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado como Carcinógeno 1A de la IARC (testado en humanos)** (IARC, 2021, pp 24: en línea)

Clasificación Y5 (desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera) según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar. Corrientes de desechos (ONU, 1992, pp 48: en línea), incluida en la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

**Usos en construcción:** Gas incoloro y de fuerte olor derivado de la petroquímica, se utiliza como preservante en madera prensada y contrachapada, tableros de partículas y de fibra, adhesivos, pinturas oleosas, tejidos de prensado permanente, revestimientos de productos de papel, ciertos materiales aislantes y para hacer otros productos químicos, como solventes, diluyentes, aguarrás y lacas poliuretánicas, entre otros (American Cancer Society, 2021: en línea)

**Efectos en la salud:** Estudios epidemiológicos de personas expuestas al formaldehído en el lugar de trabajo (que usan o fabrican formaldehído y resinas de formaldehído, y embalsamadores) han informado un vínculo entre la exposición al formaldehído y el cáncer de nasofaringe (parte superior de la garganta), pero este resultado no se ha observado en otros estudios. Investigadores del National Cancer Institute (EEUU) concluyeron que, basándose en datos de estudios en personas e investigaciones de laboratorio, la exposición al formaldehído puede **causar cáncer de los senos nasales, mayor riesgo de leucemia, particularmente leucemia mieloide**, en humanos. Cuando el formaldehído está presente en el aire en niveles superiores a 0,1 partes por millón (ppm), algunas personas pueden tener efectos sobre la salud, como: ojos llorosos, sensación de ardor en los ojos, la nariz y la garganta, tos, sibilancias, náuseas, Irritación de la piel. Hay personas muy sensibles al formaldehído, pero otras no reaccionan al mismo nivel de exposición (American Cancer Society, 2021: en línea)

Autores: Mühlmann y Damin

### Tabla 7: Mercurio (Hg)

Categoría de **Restringido** por Resolución MSN 139/2009 y Resolución MSN 274/2010 del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación (para esfigmomanómetros y termómetros clínicos de salud humana y veterinarias, **no en construcción**) (MSN, 2017, pp 11: en línea)

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado como Carcinógeno 3 de la IARC** (no es clasificable por su carcinogenicidad para los humanos) Mercurio y compuestos inorgánicos de mercurio (IARC, 2021, pp 32: en línea).

Clasificación Y29 según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes: Mercurio y compuestos de mercurio (ONU, 1992, pp 47: en línea), incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

**Usos:** Metal pesado, actualmente el mercurio se utiliza principalmente en la industria química como catalizador. También se utiliza en algunos interruptores y rectificadores eléctricos. Anteriormente, su uso principal era en la fabricación de hidróxido de sodio y cloro por electrólisis de salmuera. En EEUU, estas plantas se eliminarán gradualmente para 2020. También se usó en baterías, **luces fluorescentes**, producción de fieltro, termómetros y barómetros, usos que en EEUU se han eliminado (© GreenSpec, 2021: en línea). En Argentina está clasificado como **restringido** y una de las preocupaciones es su tratamiento como residuo en condiciones de seguridad para evitar emisiones de vapores al aire y contaminación, principalmente de agua y fauna ictícola.

**Efectos en la salud:** El mercurio y la mayoría de sus compuestos son **extremadamente tóxicos y bioacumulativos**. La intoxicación por mercurio puede resultar de la exposición a formas de mercurio solubles en agua (como el cloruro de mercurio o metilmercurio), la inhalación de vapor de mercurio o, la exposición más común, el consumo de mariscos contaminados con mercurio. Los efectos tóxicos incluyen **daño al cerebro, riñones y pulmones**. La intoxicación por mercurio puede provocar enfermedades cuyos síntomas típicamente incluyen **deterioro sensorial (visión, audición, habla), sensación alterada y falta de coordinación**. El tipo y grado de síntomas exhibidos dependen de la **toxina individual, la dosis y el método y la duración de la exposición** (© GreenSpec, 2021: en línea)

Autores: Mühlmann y Damin

**Tabla 8: Pentaclorofenol (PCP)**

Categoría de **Prohibido** del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación por Resolución MSN 356/94 y Resolución SAGPyA 532/2011. **Prohibición Total** (MSN, 2017, pp 21: en línea)

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado como Carcinógeno 1A de la IARC (testado en humanos)** (IARC, 2021, pp 36: en línea)

Clasificación Y39 según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes: Fenoles; compuestos fenólicos, incluidos los clorofenoles (ONU, 1992, pp 48: en línea), incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos

**Usos en construcción:** Derivados de la petroquímica, el pentaclorofenol (PCP) y su sal sódica, el pentaclorofenato de sodio (NaPCP), son hidrocarburos halogenados de **amplio espectro de toxicidad**, muy **persistentes**, usados para la preservación de la madera contra hongos, bacterias e insectos (Castillo Morales y Bárcenas Pazos, 1998: en línea). Tuvo un extendido uso y en la actualidad aún hay maderas tratadas instaladas en edificios antes de su prohibición.

**Efectos en la salud:** El PCP y el NaPCP son sustancias de **alta toxicidad aguda para humanos** que aumenta por la presencia de impurezas como las clorodibenzodioxinas y los clorodibenzofuranos. El PCP tiene **graves efectos a largo plazo:** es **mutágeno**, causa **alteraciones en los sistemas inmunológico y endocrino**, aumenta la susceptibilidad a infecciones y **altera las funciones reproductivas**. Existen numerosos estudios sobre los efectos adversos de estas sustancias en la salud humana y de los ecosistemas causados por su **toxicidad, persistencia, capacidad de bioacumulación y por la toxicidad de sus impurezas** (Castillo Morales y Bárcenas Pazos, 1998: en línea).

Autores: Mühlmann y Damin

### Tabla 9: Plomo (Pb)

Categoría de **Restringido** del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación para pinturas, lacas y barnices (MSN, 2017, pp 11: en línea).

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

**Clasificado como carcinógeno 2B de la IARC** (posiblemente cancerígeno para los seres humanos) (IARC, 2021, pp 32: en línea).

Clasificación Y31 según el Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes: Plomo y compuestos de plomo (ONU, 1992, pp 47: en línea), incluida en la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

**Usos en la construcción:** Se lo encuentra principalmente en instalaciones sanitarias, en pigmentos de pinturas de pared de base oleosa en edificios de cierta antigüedad y como láminas aislantes en salas de Rayos X. Aunque su uso disminuyó, no está prohibido y se lo puede adquirir en casas de sanitarios (Centro de Materiales, 2021: en línea) y de elementos de plomo en general (IMAP, 2011: en línea)

**Efectos en la salud:** El plomo se absorbe en el organismo humano por inhalación (nariz), ingesta vía oral) y por contacto (por piel). Se va acumulando en el organismo (**bioacumulativo**) y afecta principalmente al sistema nervioso (**neurotóxico**), tanto en niños como en adultos. Su exposición ocupacional prolongada en adultos ha causado alteraciones en algunas funciones del sistema nervioso. La exposición al plomo también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos. Los niveles de exposición altos pueden dañar seriamente el cerebro y los riñones en adultos o en niños y pueden causar la muerte. En mujeres embarazadas, los niveles de exposición altos pueden producir abortos. En hombres, la exposición a altos niveles de plomo puede alterar la producción de espermatozoides. También hay evidencia de efectos tóxicos gastrointestinales (**gastrotóxico**), neurológicos (discapacidad auditiva - **ototóxico**), neuroconductuales, hematológicos (anemia - **hemotóxico**) y renales (**nefrotóxico**) (OMS, 2019 y ATSDR, 2007: en línea)

Autores: Mühlmann y Damin

**Célebres e intoxicados**

La toxicidad ambiental siempre fue fruto de observaciones. Estudios científicos actuales han permitido arribar a resultados que verifican los efectos en la salud de sustancias usadas en períodos históricos anteriores. A continuación, se presentan casos relacionados con algunos de los químicos analizados (Tabla 10):

**Tabla 10: Personalidades y personajes afectados por tóxicos ambientales**

**Steve MacQueen (1930-1980) Asbesto**



Foto: automundo.com.ar/steve-macqueen/piloto

De 1947 a 1950 formó parte de la Infantería de Marina, donde retiró cantidades masivas de asbesto de salas de máquinas de barcos. Como actor trabajó en contacto con aislación acústica de escenarios que probablemente contenía asbesto. Las carreras de autos también podrían haberlo expuesto al asbesto contenido en trajes y cascos ignífugos. Como fumador protagonizó comerciales de los cigarrillos Viceroy. En 1978, una tos seca persistente lo llevó a dejar de fumar pero su dificultad para respirar empeoró. En 1979, una biopsia reveló que padecía mesotelioma pleural, cáncer causado por la exposición al asbesto cuyos síntomas pueden tardar entre 10 y 40 años en manifestarse, sin cura hasta el presente. Steve McQueen falleció en julio de 1980 (Smithson, 2020)

En 1865 Lewis Carroll publica *Alicia en el país de las maravillas*, donde el excéntrico Sombrero Loco distaba de ser imaginario. La frase “más loco que un sombrero” no era al azar. El fieltro de los sombreros victorianos se procesaba con mercurio, con los consecuentes efectos en la salud: ansiedad, depresión, irritabilidad, problemas de memoria, entumecimiento, timidez patológica, temblores, y al agudizarse: dificultades auditivas y del habla, falta de coordinación, debilidad muscular, pérdida de nervios en manos y cara, dificultad para caminar, cambios de visión (Healthline, 2021). Con sus ojos y cabellos enrojecidos, la caracterización de Johnny Depp es la más fiel a los desdichados sombrereros.

**El Sombrero Loco (1865) Mercurio**



Foto:disney.fandom.com/wiki/Tarrant\_Hightopp?file=10\_johnny\_depp.

**Ludwig Van Beethoven (1770-1827) Plomo**

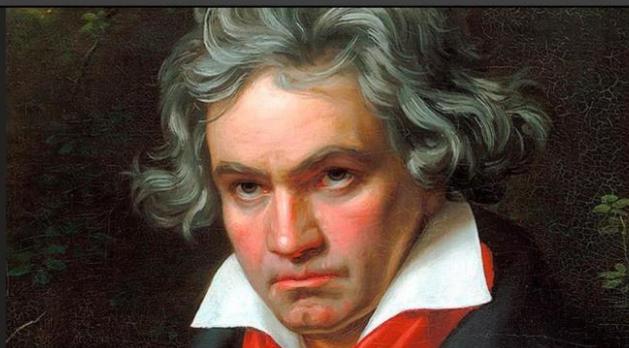


Foto: canalhistoria.es/perfiles/ludwig-van-beethoven/

Entre 1996 y 2000, un mechón de cabello de Beethoven, cortado cuando falleció, fue analizado en el Laboratorio Nacional Argonne en Chicago. Los resultados arrojaron una sobrecarga tóxica de plomo. La conclusión fue que entre otras dolencias, Beethoven padecía, desde antes de los 20 años, de *saturnismo*, lo que podría haber originado su mala digestión, dolores abdominales crónicos, irritabilidad, depresión y hasta llevarlo a la muerte por envenenamiento. Aunque el plomo es un neurotóxico vinculado a la discapacidad auditiva, no se encontró, hasta la fecha, evidencia suficiente de que fuera causante de su sordera. Iniciada a sus 26 o 27 años, durante tres décadas convivió con su sufrimiento y la belleza que legó a la humanidad (Clarín, 2017)

Autores: Mühlmann y Damin

## **Discusión**

Por lo expuesto, queda claro que el nivel de riesgo de exposición a químicos varía en función de múltiples factores y aunque las clasificaciones no siempre implican efectos negativos inmediatos, los tóxicos absorbidos en pequeñas dosis pueden provocar daños irreversibles.

Las clasificaciones son el resultado de estudios complejos y cada caso, de químicos, de posible exposición, de localización en un edificio, entre otros factores, requiere estudios a medida de cada situación para obtener resultados específicos.

La construcción representa un conjunto de usos, pero también están presentes en alimentos, productos de higiene, cosméticos, indumentaria, juguetes y más.

Este trabajo es apenas una muestra elemental de un panorama mucho más amplio y complejo de lo que la presencia de químicos tóxicos en los edificios implica para el ambiente y la salud humana.

Sí se verifica un viraje hacia la reducción de su uso y avances concretos desde el punto de vista técnico (sustitutos o mejoramiento de propiedades en cuanto a impacto en ambiente y salud) y en normativa local, pero aún dista de ser suficiente.

También, que los conocimientos en relación a los efectos en ambiente y salud son cada vez más tomados en cuenta, no obstante, la velocidad de los cambios y la transmisión de información cierta a profesionales, operarios y usuarios debe ser precisa y ardua. Se trata de un tema en pleno debate en ámbitos académicos, profesionales de salud, construcción y diseño, y de divulgación pública.

Argentina está en ese rumbo, pero debe intensificarlo e imprimirle celeridad, con miras a un salto cualitativo y cuantitativo en lo que a información, formación, remediación y prevención se refiere.

De eso no se hablaba. Ahora, sí, con las palabras como protagonistas.

## **Conclusiones**

Acorde a lo presentado, se verifica que los edificios tienen materiales que por su composición química, o por haber recibido determinados tratamientos, o por su eventual contacto con el fuego o el agua, son tóxicos para el ambiente y la salud humana y se clasifican, entre otros, como carcinogénos, mutágenos, disruptores endócrinos y alérgenos.

También, que la información sobre los riesgos y efectos en la salud humana de químicos comprobadamente tóxicos usados en edificios constituye un aporte para la selección criteriosa de materiales, el reconocimiento de los mismos en edificios existentes, y en el diagnóstico y tratamiento en caso de exposición.

Asimismo, que es posible y urge promover el debate sobre las posibilidades de articulación entre Arquitectura y Medicina a través del conocimiento de las clasificaciones internacionales de los efectos en la salud humana de determinados materiales presentes en los edificios, y en ese sentido, presentar legislación y casos de materiales concretos en edificios para facilitar la comprensión de estas situaciones.

De igual manera, se verifica cómo a partir de esta articulación es posible incidir en los programas de estudio y las políticas de estado, actualizando documentación oficial y ampliando las posibilidades de aplicación de criterios de sustentabilidad en forma regulada.

Finalmente, se demuestra la importancia de las palabras clave en la comprensión del problema, la evolución hacia soluciones integrativas, y la articulación entre Arquitectura y Medicina, que a modo introductorio propone este trabajo, en concordancia con el espíritu de las jornadas.

### **Reconocimientos**

Esta investigación se encuadra en el Plan de Tesis Doctoral "Descripción de los aspectos tóxicos de los materiales utilizados en la construcción de edificios en la Ciudad de Buenos Aires a partir de una mirada desde la salud", con sede en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires en colaboración con el CIHE FADU UBA, Director: Prof. Dr. Carlos Damin\* (FMed), Directora Asociada: Dr. Arq. Silvia de Schiller (CIHE), Resolución (CD) N° 2928/18.

\* Médico, científico y profesor universitario especializado en Toxicología, Investigador y Profesor Titular de Toxicología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y Jefe de la División Toxicología del Hospital Fernández de la Ciudad de Buenos Aires e Integrante de la Informal International Scientific Network, UNODC de las Naciones Unidas.

## **Bibliografía**

### Libros:

Carroll, Lewis (1865) *Alice's Adventures in Wonderland*. 1<sup>st</sup> Edition, Macmillan Publisher, London. *Aventuras de Alicia en el País de las Maravillas* (1960). Buenos Aires: Ediciones Peuser.

Carson, R. (1962) *Silent Spring*, Última edición española (2013). Primavera silenciosa. Barcelona: Booket. ISBN 978-84-08-11924-1

Harte, J. et al (1991) *Toxics A to Z. A guide to everyday pollution hazards*. Berkeley & Los Angeles: University of California Press. ISBN 0-520-07224-3

---

### Texto en compilación ajena:

Mühlmann, S. y Caruso, S. (2018) *Aplicación de criterios de sustentabilidad y operaciones de diseño en vivienda de madera en el Municipio de Escobar*, XXXI Jornadas de Investigación y XIII Encuentro Regional, SI+ (des)naturalizar & (re)construir, 28 y 29 septiembre, SI-FADU-UBA, pp 2196-2216, ISBN 978-987-45749-6-1, Buenos Aires.

Mühlmann, S. y Damin, C. (2020) *La cara oculta de la arquitectura - Una mirada desde la salud y el ambiente*, XXXIII Jornadas de Investigación y XV Encuentro Regional, SI + Imágenes. Prácticas de investigación y cultura visual, SI-FADU-UBA, pp 3031-3053, ISBN 978-950-29-1865-5, Buenos Aires.

### Material online:

ANMAT - Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Recuperado el 14/06/21 de <https://www.argentina.gob.ar/anmat>

American Cancer Society (2021) *What causes cancer? Formaldehyde*. Recuperado el 18/06/2021 de <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/formaldehyde.html>

American Cancer Society (2021) *Arsenic and Cancer Risk*. Recuperado el 18/06/2021 de <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/arsenic.html>

ATSDR (2007) *Public Health Statement for Lead*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA). Recuperado el 18/06/2021 de <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13-c1-b.pdf>

Callahan, J. (1999) *Dupont replaces 1935 tagline to reflect corporate change*, AdAge. Recuperado el 06/06/2021 de <https://adage.com/article/btob/dupont-replaces-1935-tagline-reflect-corporate-change/247761/>

Castillo Morales, I y Bárcenas Pazos, C. (1998) *Pentaclorofenol: toxicología y riesgos para el ambiente*. Madera y Bosques. Vol. 4 N° 2. ISSN 1405-0471. Recuperado el 18/06/2021 de <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1357>

CEDOM (2005) *Ley N° 1820/05*. Dirección General Centro Documental de Información y Archivo Legislativo. Recuperado el 06/06/2021 (<http://www2.cedom.gob.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley1820.html>)

Centro de Materiales (2021) *Accesorios y Caños Desagüe (plomo)*. Recuperado el 18/06/2021 de <https://www.centrodemateriales.com.ar/productos/plomo-sifon-11-2-ap>

Clarín (2017) *Un estudio confirma que Beethoven murió envenenado con plomo*. Recuperado el 18/06/2021 de [https://www.clarin.com/ediciones-antteriores/estudio-confirma-beethoven-murio-envenenado-plomo\\_0\\_BJ95IkAYe.html](https://www.clarin.com/ediciones-antteriores/estudio-confirma-beethoven-murio-envenenado-plomo_0_BJ95IkAYe.html)

Córdoba de la Llave, Ricardo (2002) *Técnicas preindustriales, Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla II: Edad Media*, pp. 223-432, Recuperado el 07/06/2021 de [https://www.academia.edu/36738979/Las\\_técnicas\\_preindustriales](https://www.academia.edu/36738979/Las_técnicas_preindustriales).

Darbre, P. (2020) *Chemical components of plastics as endocrine disruptors: Overview and commentary, 2. Evidence for endocrine disrupting properties of BPA*. Wiley Online Library. Recuperado el 01/06/2021 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bdr2.1778>

Gendre, M. (2003) *Two Centuries of Electric Light Source Innovations*, Eindhoven University of Technology Department of Applied Physics Group Elementary Processes in Gas Discharge. Recuperado el 01/06/2021 de [http://www.einlightred.tue.nl/lightsources/history/light\\_history.pdf](http://www.einlightred.tue.nl/lightsources/history/light_history.pdf)

GHS (2011) *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*. Recuperado el 06/06/2021 de **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.** [https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev04/English/ST-SG-AC10-30-Rev4e.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/English/ST-SG-AC10-30-Rev4e.pdf)

GreenSpec (2021) *Bisphenol A*, Toxic Chemistry: Chemicals in Construction. Recuperado el 06/06/2021 de **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**

<https://www.greenspec.co.uk/building-design/bisphenol-a-environment-human-health/>

GreenSpec (2021) *Mercury*, Toxic Chemistry: Chemicals in Construction. Recuperado el 06/06/2021 de **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.** <https://www.greenspec.co.uk/building-design/mercury-environment-health/>

Healthline (2021) *What Is Mad Hatter Disease (Erethism)?* Recuperado el 14/06/2021 de <https://www.healthline.com/health/mercury-poisoning#symptoms>

HHN (2021) *Endocrine-Disrupting Chemicals EDCs | Hormone Health Network*. Endocrine Society. Recuperado el 14/06/2021 de <https://www.hormone.org/your-health-and-hormones/endocrine-disrupting-chemicals-edcs>

IARC - International Agency for Research on Cancer (2021) Recuperado el 14/06/2021 de <https://www.iarc.who.int/>

IARC (2021) *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–129*. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. Recuperado el 14/06/2021 de <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

IFA (2020) *The GHS Column Model 2020 An aid to substitute assessment*, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung. Recuperado el 14/06/2021 de <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3737>

IMAP (2011) *Industria Manufacturera Argentina del Plomo S.R.L.* Recuperado el 14/06/2021 de <https://www.imap-srl.com.ar/category/chapas-de-plomo-para-proteccion-radiologica/>

IPCS (2017) *Herramienta de evaluación de riesgos para la salud humana de la OMS: peligros químicos*, Programa Internacional sobre Seguridad de las Sustancias Químicas. Documento n°. 8 del Proyecto de armonización del IPCS, ISBN 978-92-4-354807-4. Recuperado el 08/06/2021 de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255613/9789243548074-spa.pdf;jsessionid=28FB2D9EAE592A7C9E550D00DEA1A726?sequence=1>

ISTAS (2008) *Elaboración de una lista de sustancias prioritarias a sustituir, criterios para la selección de alternativas y métodos de comparación de alternativas*. Recuperado el 14/06/2021 de <http://istas.net/descargas/informe%20alternativas%20sustitucion%20-%20esp.pdf>

MNT (2021) *What is mad hatter's disease?* Medical News Today. Healthline Media. Recuperado el 06/06/2021 de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/mad-hatters-disease>

Martínez Medina, M. (2011) *James Watt, la máquina de vapor y el origen de la revolución industrial*. Corporación de Radio y Televisión Española. Recuperado el 06/06/2021 de <https://www.rtve.es/noticias/20110211/james-watt-maquina-vapor-origen-revolucion-industrial/404679.shtml>

MSN (2017) *Químicos prohibidos y restringidos en Argentina*. Ministerio de Salud de la Nación. Recuperado el 22/06/2021 de [https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2018-03/0000001076cnt-2017\\_Quimicos\\_prohibidos\\_y\\_restringidos.pdf](https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2018-03/0000001076cnt-2017_Quimicos_prohibidos_y_restringidos.pdf)

Mühlmann, S. (2017) *Materiales Constructivos y Sustentabilidad*, en el marco de las Jornadas de Construcción Sustentable 2017 organizadas por la APrA-GCBA, Usina del Arte de la Ciudad de Buenos Aires. Recuperado el 06/06/2021 de [https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/tomo\\_4\\_-\\_materiales\\_constructivos\\_y\\_sustentabilidad.pdf](https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/tomo_4_-_materiales_constructivos_y_sustentabilidad.pdf)

National Research Council US (1992) *Environmental Neurotoxicology*. Committee on Neurotoxicology and Models for Assessing Risk. Washington (DC): National Academies Press (US); ISBN-10: 0-309-04531-2. Recuperado el 06/06/2021 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234243/>

OMS (2019) *Intoxicación por plomo y salud*. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 17/06/2021 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

ONU - Organización de las Naciones Unidas (1992) *Convenio de Basilea*, Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 17/06/2021 de <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>

OSHA (2021) *Health Hazard Definitions*. Occupational Safety and Health Administration. Recuperado el 14/06/2021 de <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1917/1917.28AppA>

Robles-Osorio, M. y Sabath, E. (2014) *Breve historia de la intoxicación por plomo: de la cultura egipcia al Renacimiento*. Revista de Investigación Clínica i es i / Vol. 66, Núm. 1 / Enero-Febrero, 2014 / pp 88-91. Recuperado el 22/05/2021 de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2014/nn141j.pdf>

Ros-Vivancos, C. et al (2018) *Evolución del tratamiento de la sífilis a lo largo de la historia*. Revista Española de Quimioterapia. Dec; 31(6): 485–492.

Recuperado el 05/06/2021 de  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6254479/>

Santos Otero, T. (2020) *Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX: una herramienta para prevenir el riesgo químico*. Comunicación Técnica. CONAMA 10 – Congreso Nacional del Medio Ambiente, España. Recuperado el 05/06/2021 de  
<http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/CT%202010/41122.pdf>

SCHER (2010) *Opinion on Mercury in Certain Energy-saving Light Bulbs*, Hg in Energy saving light bulbs. Scientific Committee on Health and Environmental Risks, Health and Consumer Protection © European Union, ISSN 1831-4775, ISBN 978-92-79-12756-4. Recuperado el 06/06/2021 de **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**  
[https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/environmental\\_risks/docs/scher\\_o\\_124.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_124.pdf)

Smithson, K. (2020) *What kind of cancer did Steve McQueen have?* ARMCO. Asbestos Surveys. Recuperado el 05/06/2021 de  
<https://www.armco.org.uk/asbestos-survey-news/steve-mcqueen-death/>

Twenergy (2019) *Diferencias entre bombillas LED y de bajo consumo*, Iluminación eficiente, Eficiencia energética. Recuperado el 05/06/2021 de  
<https://twenergy.com/eficiencia-energetica/iluminacion-eficiente/diferencias-bombillas-led-y-bajo-consumo/>

UPC (2020) Universitat Politècnica de Catalunya. Normas de Seguridad e Higiene. <https://www.upc.edu/prevencio/ca/seguretat-higiene/arxiu/normas-seguridad-higiene/nsh-307-agentes-quimicos-toxicos-para-la-reproduccion.pdf>

Urrutia, A. (2016) *La madera tratada con CCA ¿solución o problema?*, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Recuperado el 18/06/2021 de  
<http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2016/01/Tesina-Adriana.-Urrutia.pdf>

Way, G. (2010) *Early pewter was beautiful, but dangerous*. George Way Antiques. Recuperado 07/06/2021 de  
[https://www.silive.com/homegarden/antiques/2010/03/early\\_pewter\\_was\\_beautiful\\_but.html](https://www.silive.com/homegarden/antiques/2010/03/early_pewter_was_beautiful_but.html)