

# **ACERCAMIENTO MULTIDISCIPLINAR A LA SALUD: IMPLICACIONES PRÁCTICAS HACIA EL BIENESTAR**

**Comps.**

**María del Mar Molero Jurado  
María del Mar Simón Márquez  
África Martos Martínez  
Ana Belén Barragán Martín**

**Edita: ASUNIVEP**



# **Acercamiento multidisciplinar a la salud: Implicaciones prácticas hacia el bienestar**

**Comps.**

**María del Mar Molero Jurado  
María del Mar Simón Márquez  
África Martos Martínez  
Ana Belén Barragán Martín**

© Los autores. NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en el libro “Acercamiento multidisciplinar a la salud: Implicaciones prácticas hacia el bienestar”, son responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar, así como los referentes a su investigación.

Edita: ASUNIVEP

ISBN: 978-84-09-44432-8

Depósito Legal: AL 2989-2022

Imprime: Artes Gráficas Salvador

Distribuye: ASUNIVEP

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright

**CAPÍTULO 1**

*Contaminantes y efectos en la salud de la impresión 3D*

Héctor García González y María Teresa López Pola..... 13

**CAPÍTULO 2**

*El Síndrome de Burnout en los profesionales de la salud*

Paula Caro Seco de Herrera, Isabel María Perdigonés Galán, y Fernanda Julia Da Silva Pires ..... 21

**CAPÍTULO 3**

*BUDI (Buen Uso de internet): Programa de prevención dirigido a mejorar la salud y calidad de vida de los adolescentes*

Sebastián Guillermo Risco Martínez, Andrea Vázquez Martínez, Víctor José Villanueva Blasco, Noelia Flores Robaina, y Cristina Jenaro Río ..... 27

**CAPÍTULO 4**

*Conflictos éticos en profesionales de Enfermería ante la limitación del esfuerzo terapéutico en grandes prematuros*

Alegría Luque Belmonte, Inés Santotoribio Parrado, y Aurora Granados Domínguez ... 35

**CAPÍTULO 5**

*Beneficios de la lactancia materna: Rol del personal de Enfermería*

Raquel Pérez Gómez, Vanesa Navarro Villaescusa, y María de las Nieves López Fernández..... 43

**CAPÍTULO 6**

*Importancia de la Fisioterapia y la Terapia ocupacional en pacientes que padecen tiroides*

Gemma María López Segura, Gloria Álvarez Maldonado, y Clara Isabel Manzano Montaña..... 47

**CAPÍTULO 7**

*Análisis mediacional de variables asociadas a la violencia en las relaciones de pareja*

Aránzazu Vellaz Zamorano, Cristina Jenaro Río, Sonsoles Martín Martín, Alba Iglesias Antón, Victoria López Andrés, Aisa García Nasri, Noelia Flores Robaina, María José Bagnato Núñez, Marcela González Olmedo, y Andrea Vázquez Martínez ..... 53

**CAPÍTULO 8**

*Auto-estigma, calidad de vida y apoyos en adultos con Trastorno Obsesivo Compulsivo (TOC)*

Victoria López Andrés, Noelia Flores Robaina, Alba Iglesias Antón, Aisa García Nasri, Cristina Jenaro Río, Sonsoles Martín Martín, Aránzazu Vellaz Zamorano, y Víctor José Villanueva Blasco..... 61

**CAPÍTULO 9**

*Efectividad del vendaje neuromuscular: Estudio de caso*

Inés Llamas Ramos, Jorge Juan Alvarado Omenat, y Rocío Llamas Ramos ..... 69

**CAPÍTULO 10**

*Higiene bucodental para la prevención de Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica*

Laura Rico Furones, Paloma Martínez Ortega, Antonio Jesús Moreno Bernal, Ana Font Ballester, Magdalena Martínez Castro, Andrea Romera Melgares, Juan Moya Ruiz, y María Rueda Rúa..... 77

**CAPÍTULO 11**

*Comparación de la eficacia del uso de terapias complementarias para pacientes con Dolor Crónico*

María del Carmen Martínez González, Sonia del Río Medina, María Roldán Pascual, Cristina Salar Andreu, Cristina Orts Ruiz, María Carmen Berenguer Úbeda, Inés González Sánchez, Vanesa Escudero Ortiz, Marina Leal Clavel, y Sergio Montero Navarro ..... 91

**CAPÍTULO 12**

*Abordaje en el tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo II*

Víctor Gallego Herrera, Vanessa Roldán Barreiro, María José Sánchez Sánchez, Ana Martínez Sierra, Asensio Jesús Segado Sánchez, María de los Ángeles Blasco Rocamora, Enrique Sepúlveda González, Laura Vera Villegas, María José Hellín García, y Dolores María Martínez Buendía..... 99

**CAPÍTULO 13**

*Abordaje de la Salud Mental en Atención Primaria: Rotación del Psicólogo Interno Residente*

María José Gómez Ramírez..... 105

**CAPÍTULO 14**

*Atención centrada en la persona y sus distintos modelos en España*

Rocío Madrid López, Lucretia Daniela Manole, Sara Ponce Núñez, María del Pilar Núñez González, Víctor Gallego Herrera, María Fernández Morcillo, Araceli Balsera Cañas, Miguel Martínez Pedregal, Cristina Fernández Nova, y Ana Martínez Sierra ..... 113

**CAPÍTULO 15**

*Cuidados paliativos en la enfermedad renal crónica avanzada y fallo hepático*

Elena Borrego García, Sara Pérez Moyano, y Alicia Martín-Lagos Maldonado ..... 119

**CAPÍTULO 16**

*Epigastralgia en Pediatría de Atención Primaria y la precisa derivación la positividad de antígeno de Helicobacter Pylori en heces*

Eva Pueyo Agudo, Álvaro Cobreros Pérez, y José María Ruiz Sánchez ..... 125

**CAPÍTULO 17**

*Actualización en Pancreatitis Recurrente en pacientes pediátricos*

Eva Pueyo Agudo, José María Ruiz Sánchez, y Álvaro Cobreros Pérez ..... 131

**CAPÍTULO 18**

*Beneficios e inconvenientes para realizar Colecho con el recién nacido*

Carmen Belén Arana Blandino, Celia María Mesa Cairón, y Alfredo Franco García ... 137

**CAPÍTULO 19**

*Los efectos de la práctica del yoga en diferentes problemas de salud relacionados con la Enfermería*

Amanda Cantón Morales, Tania Segura Guillen, Pablo José López Quirós, Rocío Reina Cabrera, María Esperanza Rubio Martínez, y Claudia Vargas Ortiz ..... 143

**CAPÍTULO 20**

*Influencia de la Enfermería en niños que presentan Diabetes Mellitus tipo I*

Isabel María Oliver Jiménez, María Luisa Sánchez Martínez, y José Arcioles Fernández..... 149

**CAPÍTULO 21**

*Contaminación Radiactiva como problema de la Salud Publica*

Miguel Ángel López García-Moreno, Laura Aranda Fernández, María Ángeles Arroyo Casielles, Sara Quintino Gargantilla, Andrea Braojos Fernández, Marta Fernández Sánchez, Víctor Romero Fernández, Inmaculada Fernández Perea, María Paloma Fernández Álvarez ..... 155

**CAPÍTULO 22**

*Desarrollo de Software y dispositivos IoT que brinden apoyo a terapias de estimulación cognitivas en niños con retraso mental de origen genético*

Juan Guillermo Torres Hurtado, Alba Francy Suarez Méndez, Alexander Gutiérrez-Sánchez, Carlos Andrés Collazos Morales, William Armando Álvarez Anaya, y Jelibeth Racedo Gutiérrez ..... 163

**CAPÍTULO 23**

*Manejo de pacientes recién nacidos con distrés respiratorio: Cuidados médicos y de enfermería*

María del Carmen López Castillo, Laura Fernández Carretero, y María Peñalver Castillo ..... 171

**CAPÍTULO 24**

*Manejo de la sepsis neonatal: Nuevos estándares de cuidados médicos y de enfermería*

María del Carmen López Castillo, Juan Francisco Gálvez Pérez, y Laura Fernández Carretero ..... 179

**CAPÍTULO 25**

*Validación del Cuestionario Trabajo - Familia en el área de Gestión Humana de una Entidad Promotora de Salud en Bogotá D.C.–Colombia*

Alexander Gutiérrez-Sánchez, Judith Patricia Beltrán Ramírez, Jaime Eduardo Sabogal Toro, Carlos Andrés Caldas, Carlos Andrés Collazos Morales, y Jelibeth Racedo Gutiérrez ..... 187

**CAPÍTULO 26**

*Manejo no farmacológico del Dolor y Estrés en neonatos hospitalizados*

Abel Checa Peñalver, Laura Romera Álvarez, Pamela Vergara León, Cristina del Rocío Rodríguez López, Juan Emilio Navarro Rognoni, Blanca Espina Jerez, Manuel Arce Perea, y Patricia Domínguez Isabel ..... 193

**CAPÍTULO 27**

*Envejecimiento activo y calidad de vida: Revisión del autoconcepto en el envejecimiento*

Macarena Cayuela Crespo, María Soledad Martínez Cerón, María Luisa Zapata Ballester, Laura Tudela de Gea, Juan Carlos Sánchez López, y Sara Guilló Conesa ..... 199

**CAPÍTULO 28**

*Cuidados Enfermeros en pacientes mastectomizadas*

Estrella Jiménez Hernández, María Andrea Luque Quesada, y Leonor Maldonado Cuevas ..... 207

**CAPÍTULO 29**

*Educación para la salud sobre métodos anticonceptivos*

Verónica Galán Marín, Luna López González, Antonio Jesús Santos Luna, Elena Córdoba Salamanca, Luz María Obregón Delgado, Álvaro Rojano Gálvez, Dolores Jiménez Prieto, Sheila Pulgarín Vílchez, Verónica Carmona Moreno, y María José García Soler ..... 213

**CAPÍTULO 30**

*El Espectro del Autismo y la complejidad de la comorbilidad psíquica asociada*

David Vaquero Puyuelo, Teresa Bellido Bel, Ana González Gil, María Celia Martínez-Costa Montero, Laura Huerta Melús, Vicent Aznar Alemany, María Teresa Basanta Patiño, Marta Pastor Bernabéu, Marina Guarch Oncins, y Nuria Jordana Vilanova ....221

**CAPÍTULO 31**

*Terapia Ocupacional y Fisioterapia en el paciente quemado*

Ángela Gómez Vera, Milagros Cabrera Bravo, y María Carmen Vivas Martín .....229

**CAPÍTULO 32**

*Implantación de algoritmos y nuevos parámetros bioquímicos para el diagnóstico precoz de dislipemias en nuestra área sanitaria*

Jesús Gálvez Remón, Miguel Luque Zafra, y Enrique Salvador Jiménez-Varo .....235

**CAPÍTULO 33**

*La vivencia de la sexualidad durante el embarazo*

María Vega Zájara, Andrés Sebastián Ceballos Campos, y José Miguel Téllez Rey ....241

**CAPÍTULO 34**

*Inspección antemortem y postmortem en mataderos de caprino: Hallazgos de lesiones compatibles con Tuberculosis en caprinos procedentes de campañas de saneamiento*

Felicia Blanco Cañadas .....247

**CAPÍTULO 35**

*Hemorragia suprarrenal: Revisión de una entidad clínica rara y manejo desde el punto de vista hematológico y urológico*

Olga Benítez Hidalgo, Francisco José López Jaime, y Sara Díez Farto .....255

**CAPÍTULO 36**

*El autoestigma: Intervención en Esquizofrenia*

María Teresa Basanta Patiño, Marta Pastor Bernabéu, Marina Guarch Oncins, Nuria Jordana Vilanova, David Vaquero Puyuelo, Teresa Bellido Bel, Ana González Gil, María Celia Martínez-Costa Montero, Laura Huerta Melús, y Vicent Aznar Alemany .....261

**CAPÍTULO 37**

*Síndrome de Burnout en personal de salud en la pandemia de la Covid-19:  
Una revisión sistemática*

Dolores Jiménez Prieto, Carmen María Jiménez Prieto, Francisco Javier Sánchez Jiménez, Verónica Galán Marín, Sheila Pulgarín Vilches, Luna López González, María José García Soler, Verónica Carmona Moreno, Antonio Jesús Santos Luna, y Elena Córdoba Salamanca..... 269

**CAPÍTULO 38**

*Papel de enfermería en la Deshabitación Tabáquica*

Carlos Víctor Jiménez Calvo, Irene Debrán Álvarez, y Marina Florido Delgado ..... 277

**CAPÍTULO 39**

*Actualización de Vasculitis de Grandes Vasos*

Elena María Gázquez Aguilera, Sergio Ferra Murcia, y Lucía Ocaña Molinero..... 283

**CAPÍTULO 40**

*Cuidados enfermeros al paciente con Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA)*

Marina Florido Delgado, Irene Debrán Álvarez, y Carlos Víctor Jiménez Calvo ..... 289

**CAPÍTULO 41**

*Papel del profesional de enfermería en Trastornos Respiratorios del Sueño:  
Síndrome de apnea e hipopnea del sueño*

Marina Florido Delgado, Irene Debrán Álvarez, y Carlos Víctor Jiménez Calvo ..... 295

**CAPÍTULO 42**

*Redes Sociales digitales y su influencia con la socialización en adultos de la ciudad de Bogotá, Colombia*

Carlos Andrés Caldas, Jelibeth Racedo Gutiérrez, Juan Guillermo Torres Hurtado, Judith Patricia Beltrán Ramírez, Jaime Eduardo Sabogal Toro, y Carlos Andrés Collazos Morales ..... 301

**CAPÍTULO 43**

*Regulation of inflammatory profile, oxidative stress and mitochondrial metabolism according to the type of physical exercise and nutritional counseling in type 2 Diabetes Mellitus*

Cristina Casals Vázquez, José Diego Santotoribio Camacho, Carmen Román Malo, Alberto Marín Galindo, Laura Ávila Cabeza de Vaca, María Rebollo Ramos, Rubén Aragón Martín, Andrea María González Mariscal, Juan Corral Pérez, & Jesús Gustavo Ponce González ..... 311

**CAPÍTULO 44**

*Papel de Enfermería en el Cuidado de Pie de Charcot con Riesgo de Amputación del MMII*

Carmen Sánchez Alés, Eloina Valero Merlos, María Belén Navarro Navarro, Emilia Blanca Ortega, Laura Hernández Salvador, Ana Isabel Ruiz Ruiz, María Dolores Linuesa Pérez, María Salud Galdón Fernández, y Lucía Higuera Liébana.....319

**CAPÍTULO 45**

*Las dietas hospitalarias como soporte nutricional*

Alfonso López Castaño y María López Castaño.....327

**CAPÍTULO 46**

*Efectos del masaje perineal para evitar el trauma perineal durante el parto: Una revisión sistemática*

Cristina Salar Andreu, Sergio Montero Navarro, Jesús Manuel Sánchez Mas, Cristina Orts Ruiz, Javier Molina Payá, Sonia del Río Medina, María del Carmen Martínez González, y Jaime Morera Balaguer .....333

**CAPÍTULO 47**

*Implantación de los prerrequisitos en industrias alimentarias*

Mirian Garrucho Garrucho y José Delgado Mojarro .....343

**CAPÍTULO 48**

*Eficacia de una estrategia educativa nutricional y el papel del ejercicio físico sobre las vías de señalización anabólicas en músculo esquelético y su relación con la microbiota intestinal en Diabéticos tipo II*

Manuel Jesús Costilla Macías, Sonia Ortega Gómez, Adrián Montes de Oca García, Juan Corral Pérez, Alejandro Pérez Pérez, Daniel Velázquez Díaz, Belén María Palma Ruge, Laura Ávila Cabeza de Vaca, Alberto Marín Galindo, y Jesús Gustavo Ponce González .....349

**CAPÍTULO 49**

*Manejo de la diabetes gestacional a través de la perspectiva ‘Realfooding’: Una revisión bibliográfica narrativa*

Laura Romera Álvarez, Pamela Vergara León, Cristina del Rocío Rodríguez López, Abel Checa Peñalver, Blanca Espina Jerez, Juan Emilio Navarro Rognoni, Manuel Arce Perea, y Patricia Domínguez Isabel .....357

*CAPÍTULO 50*

*Tratamiento asertivo comunitario en la atención de la Enfermedad Mental Crónica*

Jaime Eduardo Sabogal Toro, Carlos Duván Páez Mora, Carlos Andrés Caldas, Verónica Tatiana Chaves, Anyela Mancilla Lucumi, y Vanessa Burbano Rivera ..... 365

*CAPÍTULO 51*

*Abordaje enfermero en el uso de la terapia compresiva en úlceras vasculares venosas*

Ana Isabel Ruiz Ruiz, Eloina Valero Merlos, Laura Hernández Salvador, Lucía Higuera Liébana, María Dolores Linuesa Pérez, María Salud Galdón Fernández, Carmen Sánchez Alés, y Emilia Blanca Ortega ..... 373

*CAPÍTULO 52*

*Variables implicadas en la protección de conductas de riesgo en adolescentes: Una revisión sistemática*

Maria Sisto, Begoña María Tortosa Martínez, María del Mar Simón Márquez, y Ana Belén Barragán Martín ..... 381

*CAPÍTULO 53*

*Las dificultades atravesadas por las enfermeras para ejercer liderazgo en diferentes ámbitos de la salud*

Patricia Domínguez Isabel, Manuel Arce Perea, Juan Emilio Navarro Rognoni, Blanca Espina Jerez, Laura Romera Álvarez, Abel Checa Peñalver, Cristina Del Rocío Rodríguez López, y Pamela Vergara León ..... 389

# CAPÍTULO 1

## Contaminantes y efectos en la salud de la impresión 3D

Héctor García González y María Teresa López Pola  
*Instituto Nacional de Silicosis*

### Introducción

En pocos años, la impresión 3D ha pasado de ser una tecnología emergente al alcance de unos pocos a estar presente en lugares tan diversos como empresas, hogares e incluso escuelas y centros de formación.

En 2018 se vendieron 1,42 millones de unidades de este tipo de impresoras y se espera que para 2027 se vendan más de 8 millones. Su relativamente bajo precio (desde unos 140 euros) hace que esta tecnología cada vez tenga un uso más extendido ya que con ellas se pueden producir prototipos de diseños propios a muy bajo coste, además ya existen modelos de juegos, figuras o piezas que se pueden descargar gratuitamente de internet e imprimirlos con impresoras 3D lo cual acerca a casi cualquier tipo de público el uso de esta tecnología (Grand View Research, 2019).

Sin embargo, no son todo ventajas, con la impresión 3D vienen asociados una serie de riesgos emergentes entre los que destacan la exposición a nanopartículas y a Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), (Byrley, George, Boyes, y Rogers, 2018; García-González y López-Pola, 2022; Gu, Wensing, Uhde, y Salthammer, 2019; Kwon et al., 2017; Randolph, 2018). Los materiales más utilizados hasta ahora son el PLA y el ABS (son también los más estudiados) sin embargo existen otras tecnologías de impresión, así como otros materiales que están penetrando fuertemente en el mercado como son las impresoras 3D de resina, o impresoras de metales en entornos más industriales (entre otros). Además, varios autores ya han reportado efectos nocivos para la salud por exposición a contaminantes emitidos por las impresoras 3D (House, Rajaram, y Tarlo, 2017; Stefaniak et al., 2017a).

*Figura 1. Impresora 3D y Bobinas de PLA*

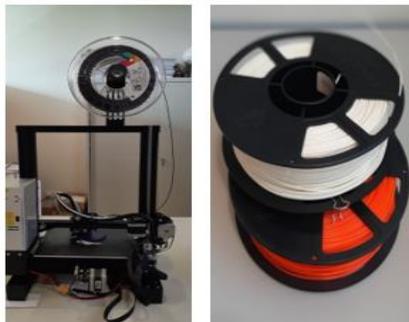


Figura 2. Muestras de PLA de distintas características



Además, cabe resaltar que para la regulación de la exposición a contaminantes durante este tipo de trabajos aparece el escollo de que la exposición a nanopartículas no está legislada en la mayoría de los países y por tanto no se dispone de un límite de exposición profesional (LEP), aunque existen unos valores de referencia del IFA Alemán (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2020) que se representan en la Tabla 1, que pueden ayudar a establecer valores al evaluar las exposiciones de nanopartículas de las impresoras 3D.

En cuanto a los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) como podemos ver en la tabla 2 algunos por ser cancerígenos no poseen un límite de exposición profesional recomendado por lo que su exposición debe ser tan baja como sea posible.

Figura 3. Medición de contaminantes durante la impresión 3D

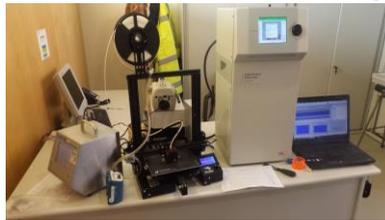


Tabla 1. Valores de referencia para la exposición a nanopartículas (IFA)  
(Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2020)

Descripción	Densidad	Niveles de referencia (8-h TWA)
Metales, óxidos y otros nanomateriales biopersistentes entre 1-100 nm	>6,000 kg/m <sup>3</sup>	20.000 partículas/cm <sup>3</sup>
Nanomateriales granulares biopersistentes en el rango 1-100 nm	<6,000 kg/m <sup>3</sup>	40.000 partículas/cm <sup>3</sup>
Non-bio-persistent nanomaterial in the range 1-100 nm		Applicable OEL.

En los últimos años numerosas publicaciones alertan sobre los riesgos y medidas preventivas que se deben tomar durante la impresión 3D, como pueden ser sistemas de extracción, localizar las impresoras 3D en otras habitaciones, confinamiento de las mismas, así como el uso de purificadores de aire.

Tabla 2. Valores de referencia de compuestos orgánicos volátiles en interiores (Public Health England, 2019)

VOCs	Limit Values in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Source
	Short Term	Long term	
Acetaldehyde (75-07-0)	1420 (1h)	280 (1day)	Health Canada (2018)
$\alpha$ -Pinene (80-56-8)	45000 (30 min)	4500 (1day)	EPHECT (Trantallidi et al., 2015)
Benzene (71-43-2)	No recommended level exposure		World Health Organisation (2010)
D-Limonene (5989-27-5)	90000 (30 min)	9000 (1 day)	EPHECT (Trantallidi et al., 2015)
Formaldehyde (50-00-0)	100 (30 min)	10 (1 year)	World Health Organisation (2010)
Naphthalene (91-20-3)	-	3 (1 year)	Agency for Toxic Substances & Disease Registry (2005), USA
Styrene (100-42-5)	-	850 (1 year)	Health Canada (2018)
Tetrachloroethylene (127-18-4)	-	40 (1 day)	Health Canada (2018)
Toluene (108-88-3)	15000 (8h)	2300 (1 day average)	Health Canada (2018)
Trichloroethylene (71-01-06)	No recommended level exposure		World Health Organisation (2010)
Xylenes-mixture (1330-20-7)	-	100 (1 year)	Health Canada (2018)

El objetivo de esta revisión bibliográfica, sobre contaminantes y efectos de la salud en la impresión 3D, es actualizar el conocimiento sobre los contaminantes y los efectos en la salud de la impresión 3D con las últimas publicaciones al respecto, para de esta manera, difundir el conocimiento y sensibilizar sobre los riesgos en este tipo de tecnología, lo cual puede servir de ayuda para evaluaciones de riesgos en empresas pero también para concienciar y adiestrar a la ciudadanía en un uso seguro de este tipo de impresoras que puedan tener en sus hogares. Sirviendo además como punto de partida a la subvención de proyectos de I+D otorgada por la Fundación Prevent al Instituto Nacional de Silicosis para el proyecto Riesgos Emergentes en la Impresión 3D.

### Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos publicados entre 2010 y 2022 (última fecha consultada 14 de febrero de 2022) tanto de trabajos escritos en español como en inglés cuyos registros se plasman en la tabla 3. La principal base de datos consultada fue Pubmed, utilizándose los descriptores de búsqueda: 3D printing, nanoparticles, ABS, PLA, metals, VOCs, Volatile organic compounds.

Tabla 3. Artículos publicados en las bases de datos Pubmed y Embase

Buscador	Años	Nº artículos
Pubmed	2010-2022	75
Web of Science		
Embase	2015-2022	25

Una vez revisados los artículos se procedió a su selección. En primer lugar, se eliminaron artículos duplicados, y se buscaron únicamente artículos publicados desde 2016 en adelante. El resto de los artículos se seleccionó analizando el título y el resumen y teniendo en cuenta los criterios de exclusión, es decir que indicaran expresamente contaminantes emitidos por las impresoras 3D y/o los efectos del de estos contaminantes en la salud.

Una vez seleccionados los títulos y resúmenes de los artículos, se evaluaron de forma independiente, analizando la pertinencia de su inclusión con la lectura sistemática.

La recuperación de los artículos, a texto completo, se realizó a través de la biblioteca del Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA) situado en Oviedo.

Para analizar los mismos aspectos de todos los artículos y poder compararlos posteriormente se elaboró un protocolo de recogida de datos que resumía información acerca de las características principales del estudio (autor principal, revista, año), objetivo del estudio y características de la muestra estudiada, procedimiento, resultados, respuesta al objetivo, elaborándose para ello una hoja Excel con toda la información relevante.

## Resultados

Se recuperaron un total de 76 referencias, de las cuales 40 fueron eliminadas por no cumplir los criterios de inclusión. De las 26 referencias restantes, válidas para la revisión, se procedió a la lectura de los artículos eliminando 7 de ellos, por no cumplir alguno de los criterios de exclusión. Finalmente, el número total de artículos seleccionados para su la elaboración de la revisión bibliográfica fue de 19, Tabla 4.

Tabla 4. Artículos recuperados para la revisión bibliográfica

Año	Título	DOI
2022	Health and safety in 3D printing.	doi.org/10.24840/2184-0954_006.001_0003
2021	Toxicity risks of occupational exposure in 3D printing and bioprinting industries: A systematic review.	doi: 10.1177/07482337211031691.
2020	Assessment of Emitted Volatile Organic Compounds, Metals and Characteristic of Particle in Commercial 3D Printing Service Workplace	doi.org/10.15269/JKSOEH.2020.30.2.153
2020	Emissions and health risks from the use of 3D printers in an occupational setting	doi: 10.1080/15287394.2020.1751758
2021	Exploring Methods for Surveillance of Occupational Exposure from Additive Manufacturing in Four Different Industrial Facilities	doi.org/10.1093/annweh/wxab070
2017	Case report of asthma associated with 3D printing	doi: 10.1093/occmed/kqx129
2017	Fume emissions from a low-cost 3-D printer with various filaments	doi: 10.1080/15459624.2017.1302587
2020	Nanoparticle Exposure and Workplace Measurements During Processes Related to 3D Printing of a Metal Object	doi.org/10.3389/fpubh.2020.608718
2019	Investigating particle emissions and aerosol dynamics from a consumer fused deposition modeling 3D printer with a lognormal moment aerosol model	doi.org/10.1080/02786826.2018.1464115
2016	Emission of particulate matter from a desktop three-dimensional (3D) printer	doi: 10.1080/15287394.2016.1166467
2017	Characterization and Control of Nanoparticle Emission during 3D Printing	doi.org/10.1021/acs.est.7b01454
2016	Emissions of Ultrafine Particles and Volatile Organic Compounds from Commercially Available Desktop Three-Dimensional Printers with Multiple Filaments	doi: 10.1021/acs.est.5b04983
2019	Characterization of particulate and gaseous pollutants emitted during operation of a desktop 3D printer	doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.014
2017	Characterization of chemical contaminants generated by a desktop fused deposition modeling 3-dimensional Printer	doi /10.1080/15459624.2017.1302589
2021	Three-Dimensional (3D) Printing: Implications for Risk Assessment and Management in Occupational Settings.	doi: 10.1093/annweh/wxaa146
2021	Metal additive manufacturing and possible clinical markers for the monitoring of exposure-related health effects.	doi: 10.1371/journal.pone.0248601. eCollection 2021
2017	Inhalation exposure to three-dimensional printer emissions stimulates acute hypertension and microvascular dysfunction.	doi: 10.1016/j.taap.2017.09.016.
2018	3D Printing: What Are the Hazards?	doi: 10.1177/2165079917750408
2018	Health survey of employees regularly using 3D printers	doi: 10.1093/occmed/kqy042

## Contaminantes encontrados durante la impresión 3D

Los principales contaminantes documentados durante la impresión 3D son Compuestos orgánicos volátiles (VOCs), nanopartículas, y metales los cuales pasamos a describir a continuación.

### *Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs)*

Los compuestos orgánicos volátiles se emiten principalmente en procesos con impresión FDM (fused deposition modeling) aunque las concentraciones generalmente son menores a los límites ocupacionales. En este tipo de impresión el estireno se emite con el uso de material ABS y el metil metacrilato es más frecuente imprimiendo con material PLA (Mohammadian y Nasirzadeh, 2021).

Runström-Eden et al. (2022) observaron valores puntuales máximos de TVOC (Total Volatile Organic compounds) de 3200 µg/m<sup>3</sup>, indicando en su estudio que no se detectaron niveles potencialmente perjudiciales para la salud; lo que también coincide con los estudios realizados en cámara de Floyd (Floyd, Wang, y Regens, 2017) y García-González y Sungho Kim (Kim, Chung, Kim, y Kwon, 2020). Hay que tener en cuenta que los niveles recomendados de TVOC para calidad de aire interior son de 200 µg/m<sup>3</sup> (Mečiarová, Vilčeková, Křídlová-Burdová, y Kiselák, 2017).

Zhang et al. (2018) exponen que los niveles de VOCs en impresión 3D son menores que en impresoras láser, coincidiendo con Stefaniak et al. (2017b) que valora los niveles de TVOC imprimiendo ABS en valores de 3500 µg/h, 131 µg/h para PLA y en torno a 6000 µg/h para impresoras de tóner (Stefaniak et al., 2017b). Azimi concluye que los niveles de VOCs emitidos varían entre 2 y 180 µg/min (Azimi, Zhao, Pouzet, Crain, y Stephens, 2016).

Stefaniak también expone que los niveles de VOCs tanto en filamentos PLA como en ABS varían según el color de estos (Stefaniak et al., 2017b).

La IARC (International Agency for Research on Cancer) ha clasificado como cancerígenos algunos compuestos orgánicos volátiles como el acrilonitrilo, 1-3 butadieno, benceno, formaldehído... Por lo que, al igual que en cualquier otro compuesto de esta clasificación, los niveles de exposición deben ser tan bajos como sea técnicamente posible.

### *Nanopartículas y material particulado*

Todos los autores coinciden en que las mediciones de polvo respirable están muy por debajo de los límites de exposición profesional (3 mg/m<sup>3</sup>), por lo que no suponen un riesgo si solo se considera la tradicional y oficial valoración por masa del polvo (concentración en mg/m<sup>3</sup>) que emiten las impresoras 3D.

Chan et al., obtuvieron concentraciones de 700 µg/m<sup>3</sup>, de polvo total y 400 µg/m<sup>3</sup> de polvo respirable muy inferiores a los límites ocupacionales siendo los tamaños predominantes entre los 27 y 115 nanómetros (Chan, Hon, Tarlo, Rajaram, y House, 2020).

Runström-Eden et al. obtuvieron valores de polvo total y polvo respirable por debajo del límite de detección del laboratorio (despreciables) y máximos de concentración de nanopartículas de 25.000 partículas/cm<sup>3</sup> (Runström-Eden et al., 2022).

Jensen, Harboe, Brostrøm, Jensen, y Fonseca (2020) obtuvieron concentraciones de 50,4 µg/m<sup>3</sup> en polvo respirable.

En cuanto a nano partículas, para distintos filamentos en estudios realizados en cámara por Floyd et al. (2017) se obtuvieron valores de hasta 1.000.000 partículas/cm<sup>3</sup>, valores que coinciden con los estudios de Zhang et al (Zhang et al., 2018) reportando este último autor diferencias entre varios fabricantes de ABS.

Del mismo modo Kwon et al. (2017) detallan concentraciones máximas de 54.000 nanopartículas/cm<sup>3</sup> en ABS y 1326 nanopartículas/cm<sup>3</sup> en PLA imprimiendo a temperatura recomendada por el fabricante, aumentando la emisión de nanopartículas a temperaturas superiores (García-González y López-Pola, 2022; Kwon et al., 2017).

Estudios de Azimi en cámara mostraron concentraciones entre 10<sup>8</sup>-10<sup>11</sup> partículas/cm<sup>3</sup> (Azimi et al., 2016), coincidiendo con las concentraciones de 1,7 x 10<sup>11</sup> partículas/cm<sup>3</sup> Gu et al. (2019).

En impresoras de metal, Jensen et al. (2020) midieron valores máximos de 10.000 partículas/cm<sup>3</sup> (Jensen et al., 2020), mientras que estudios de Yi et al, observaron diferencias en la emisión de

nanopartículas y en el tamaño de estas según el color del filamento, tanto en filamento PLA como en ABS obteniendo concentraciones en una cámara de hasta  $2.18 \times 10^{11}$  partículas/cm<sup>3</sup> (Yi et al., 2016).

### *Metales*

En impresoras de metales con polvo, se han detectado metales como aluminio, cromo, níquel, cobalto, etc. (Mohammadian y Nasirzadeh, 2021) en concentraciones que pueden llegar a ser perjudiciales.

### *Otros contaminantes*

Otros contaminantes detectados en impresión 3D son Bisfenol A (BPA), aldehídos... En impresoras 3D cerradas se detectaron niveles de ozono de 9 µg/m<sup>3</sup> (Stefaniak et al., 2017b).

Imprimiendo con material nylon se han determinado concentraciones de CO<sub>2</sub>, superiores al límite establecido, además de otros compuestos como monóxido de carbono, hidrocarburo, amoníaco, caprolactama y cianuro de hidrógeno (Mohammadian y Nasirzadeh, 2021).

### *Efectos en la salud*

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica EPOC es una enfermedad progresiva que podría iniciarse después de la exposición a vapores, gases, humos y polvo, que, con una exposición continua, puede conducir a una disminución de la función pulmonar (Mohammadian y Nasirzadeh, 2021).

Se ha detectado un caso de asma en un paciente de 28 años tras 10 días de exposición a contaminantes emitidos por el filamento ABS con 10 impresoras en funcionamiento, observándose una mejora tras el cambio a filamento PLA, reducción del número de impresoras y el uso de purificadores de aire, aunque aún requería el uso de inhalador (House et al., 2017).

La caprolactama emitida durante la impresión de nylon puede causar irritación de ojos y mucosas, alteraciones del sistema nervioso- (Mohammadian y Nasirzadeh, 2021).

Las nanopartículas tienen la capacidad de penetrar hasta los bronquios produciendo ROS (reactive oxygen species); pudiendo ocasionar inflamación, daños en el ADN y e incluso tienen la capacidad de, llegado el caso, pasar directamente al riego sanguíneo penetrando las barreras biológicas

Las nanopartículas de aluminio pueden provocar fibrosis y anemia hipocrómica microcítica.

En un estudio a 46 trabajadores en 17 empresas de impresión 3D, los datos demostraron que el 59% reportó síntomas respiratorios, 20% informó de síntomas cutáneos y el 17% informó de dolores de cabeza al menos una vez por semana en el año anterior (Chan et al., 2018).

Estudios clínicos de Ljunggren et al. (2021) compararon soldados con trabajadores de impresión 3D de metales, obteniendo parámetros muy similares (Ljunggren et al., 2021).

Estudios en ratas expuestas a nano partículas de impresión 3D durante 3 horas, reportan que se evidenció un aumento de la presión arterial de las mismas (Stefaniak et al., 2017a).

### **Discusión/Conclusiones**

Existen diversos estudios sobre contaminantes emitidos durante la impresión 3D, sin embargo, se adoptan distintos criterios y distintas estrategias por lo que se debe definir un método estandarizado internacional para que los resultados de los diferentes estudios sean comparables (Leso et al., 2021).

La impresión 3D puede emitir contaminantes potencialmente peligrosos para la salud como son compuestos orgánicos volátiles, nano partículas, metales, por lo que se deben tomar precauciones antes de realizar trabajos con esta tecnología.

La legislación actual de material particulado se basa en concentración en masa (µg/m<sup>3</sup>) estableciendo valores límite para PM<sub>10</sub>, PM<sub>4</sub>, y PM<sub>2.5</sub>, los niveles emitidos por la impresión 3D son en general muy inferiores a estos valores, sin embargo, los niveles de concentración de nanopartículas, a pesar de no estar legislados, pueden llegar a ser perjudiciales para la salud.

Los estudios de Runström-Eden et al. (2022) no encontraron concentraciones peligrosas de contaminantes durante la impresión 3D, sin embargo, los centros de impresión 3D estudiados disponían de medidas preventivas como extracciones e impresoras confinadas (Runström-Eden et al., 2022).

Para minimizar los efectos de la impresión 3D, se recomienda (entre otras medidas) que estas máquinas, como mínimo, estén confinadas con un sistema de extracción, utilizando filtros HEPA de alta eficiencia en la habitación de impresión y con una buena ventilación, del mismo siempre que sea posible seleccionar la temperatura de impresión más baja posible.

Debido a que algunos modelos tienen relativamente un bajo coste (menos de 200 euros), hay que recomendar que antes de comprar estos equipos se piense en lugares para instalarlos en los que exista buena ventilación y/o que estos lugares tengan medidas preventivas como sistemas de extracción localizada, evitando en la manera posible situarlas en habitaciones cerradas con presencia de personas.

## Referencias

- Azimi, P., Zhao, D., Pouzet, C., Crain, N.E., y Stephens, B. (2016). Emissions of Ultrafine Particles and Volatile Organic Compounds from Commercially Available Desktop Three-Dimensional Printers with Multiple Filaments. *Environmental Science & Technology*, 50(3), 1260-1268. doi: 10.1021/acs.est.5b04983
- Byrley, P., George, B., Boyes, W., y Rogers, K. (2018). Particle emissions from fused deposition modeling 3D printers: Evaluation and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 655. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.070
- Chan, F.L., Hon, C.Y., Tarlo, S.M., Rajaram, N., y House, R. (2020). Emissions and health risks from the use of 3D printers in an occupational setting. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 83(7), 279-287. doi: 10.1080/15287394.2020.1751758
- Chan, F.L., House, R., Kudla, I., Lipszyc, J.C., Rajaram, N., y Tarlo, S.M. (2018). Health survey of employees regularly using 3D printers. *Occupational Medicine*, 68(3), 211-214. doi: 10.1093/occmed/kqy042
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2020). *Institute for Occupational Safety and Health (IFA), Sankt Augustin*. Recuperado de: <https://www.dguv.de/ifa/index-2.jsp>
- Floyd, E.L., Wang, J., y Regens, J.L. (2017). Fume emissions from a low-cost 3-D printer with various filaments. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(7), 523-533. doi: 10.1080/15459624.2017.1302587
- García-González, H. y López-Pola, T.L. (2022). Health and safety in 3D printing: Article. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 6(1), 14-25. doi: 10.24840/2184-0954\_006.001\_0003
- Grand View Research (2019). *3D Printing Market Analysis, 2016-2017*. Recuperado de: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-industry-analysis/request/rs1>
- Gu, J., Wensing, M., Uhde, E., y Salthammer, T. (2019). Characterization of particulate and gaseous pollutants emitted during operation of a desktop 3D printer. *Environment International*, 123, 476-485. doi: 10.1016/j.envint.2018.12.014
- House, R., Rajaram, N., y Tarlo, S.M. (2017). Case report of asthma associated with 3D printing. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 67(8), 652-654. doi: 10.1093/occmed/kqx129
- Jensen, A.C.Ø., Harboe, H., Brostrøm, A., Jensen, K.A., y Fonseca, A.S. (2020). Nanoparticle Exposure and Workplace Measurements During Processes Related to 3D Printing of a Metal Object. *Frontiers in Public Health*, 8. Recuperado de: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpubh.2020.608718>
- Kim, S., Chung, E., Kim, S., y Kwon, J. (2020). Assessment of Emitted Volatile Organic Compounds, Metals and Characteristic of Particle in Commercial 3D Printing Service Workplace. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 30(2), 153-162. doi: 10.15269/JKSOEH.2020.30.2.153
- Kwon, O., Yoon, C., Ham, S., Park, J., Lee, J., Yoo, D., y Kim, Y. (2017). Characterization and Control of Nanoparticle Emission during 3D Printing. *Environmental Science & Technology*, 51(18), 10357-10368. doi: 10.1021/acs.est.7b01454
- Leso, V., Ercolano, M.L., Mazzotta, I., Romano, M., Cannavacciuolo, F., y Iavicoli, I. (2021). Three-Dimensional (3D) Printing: Implications for Risk Assessment and Management in Occupational Settings. *Annals of Work Exposures and Health*, 65(6), 617-634. doi: 10.1093/annweh/wxaa146
- Ljunggren, S.A., Ward, L.J., Graff, P., Persson, A., Lind, M.L., y Karlsson, H. (2021). Metal additive manufacturing and possible clinical markers for the monitoring of exposure-related health effects. *PLoS One*, 16(3), e0248601. doi: 10.1371/journal.pone.0248601

Mečiarová, L., Vilčeková, S., Krídlová-Burdová, E., y Kiselák, J. (2017). Factors Effecting the Total Volatile Organic Compound (TVOC) Concentrations in Slovak Households. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 1443. doi: 10.3390/ijerph14121443

Mohammadian, Y. y Nasirzadeh, N. (2021). Toxicity risks of occupational exposure in 3D printing and bioprinting industries: A systematic review. *Toxicology and Industrial Health*, 37(9), 573-584. doi: 10.1177/07482337211031691

Public Health England (2019). Indoor Air Quality Guidelines for selected Volatile Organic Compounds (VOCs) in the UK (p. 9). *Public Health England*.

Randolph, S.A. (2018). 3D Printing: What Are the Hazards? *Workplace Health & Safety*, 66(3), 164. doi: 10.1177/2165079917750408

Runström-Eden, G., Tinnerberg, H., Rosell, L., Möller, R., Almstrand, A.C., y Bredberg, A. (2022). Exploring Methods for Surveillance of Occupational Exposure from Additive Manufacturing in Four Different Industrial Facilities. *Annals of Work Exposures and Health*, 66(2), 163-177. doi: 10.1093/annweh/wxab070

Stefaniak, A.B., LeBouf, R.F., Duling, M.G., Yi, J., Abukabda, A.B., McBride, C.R., y Nurkiewicz, T.R. (2017a). Inhalation exposure to three-dimensional printer emissions stimulates acute hypertension and microvascular dysfunction. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 335, 1-5. doi: 10.1016/j.taap.2017.09.016

Stefaniak, A.B., LeBouf, R.F., Yi, J., Ham, J., Nurkiewicz, T., Schwegler-Berry, D.E., ... Virji, M.A. (2017b). Characterization of chemical contaminants generated by a desktop fused deposition modeling 3-dimensional Printer. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(7), 540-550. doi: 10.1080/15459624.2017.1302589

Yi, J., LeBouf, R.F., Duling, M.G., Nurkiewicz, T., Chen, B.T., Schwegler-Berry, D., ... Stefaniak, A.B. (2016). Emission of particulate matter from a desktop three-dimensional (3D) printer. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 79(11), 453-465. doi: 10.1080/15287394.2016.1166467

Zhang, Q., Sharma, G., Wong, J.P.S., Davis, A.Y., Black, M.S., Biswas, P., y Weber, R.J. (2018). Investigating particle emissions and aerosol dynamics from a consumer fused deposition modeling 3D printer with a lognormal moment aerosol model. *Aerosol Science and Technology*, 52(10), 1099-1111. doi: 10.1080/02786826.2018.1464115