



**Universidad
Europea**

FACULTAD DE ENFERMERÍA
TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENFERMERÍA
ONCOLÓGICA.

**RIESGO DE DESARROLLAR CÁNCER EN
FUMADORES DE CIGARRILLOS
ELECTRÓNICOS.**

Autor: ALBA VICENT PAU

Director: JOSE JAVIER GONALEZ CERVANTES

Tutor: DIEGO GÓMEZ HERRERO

Valencia, 2023 - 2024

ÍNDICE

| | |
|------------------------------------------------------|-----------|
| ÍNDICE | 2 |
| RESUMEN | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| | |
| INTRODUCCIÓN / MARCO TEÓRICO | 5 |
| Incidencia del cáncer..... | 5 |
| Tipos de dispositivos para fumar..... | 6 |
| Popularización de los cigarrillos electrónicos | 9 |
| | |
| OBJETIVOS DEL TRABAJO | 11 |
| | |
| METODOLOGÍA | 12 |
| | |
| RESULTADOS | 16 |
| | |
| DISCUSIÓN | 19 |
| | |
| CONCLUSIONES | 26 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 27 |

RESUMEN

El tabaco supone uno de los factores de riesgo más comunes para el desarrollo del cáncer. Aunque ha estado presente durante la mayor parte de la historia de la humanidad, en las últimas décadas ha habido un aumento en su innovación.

Los cigarrillos electrónicos sustituyen la hoja de tabaco por vapor de agua y otros componentes químicos, entre los cuales se encuentra la nicotina. Su fácil adquisición, la viralidad en redes sociales, y la falsa sensación de que son más sanos que el tabaco, crean una mezcla peligrosa, ya que no se saben todavía con certeza sus efectos sobre la salud a corto y largo plazo.

Los componentes del líquido usado, que después se inhala en forma de aerosol, contiene elementos como propilenglicol y/o glicerina vegetal, estabilizadores, saborizantes y nicotina que resultan tóxicos para las células. Otros estudios han indicado la presencia de metales pesados procedentes del cigarrillo electrónico en el aerosol inhalado, aumentando los efectos perjudiciales en la salud.

En esta revisión bibliográfica se describen los daños que diversos estudios han indicado con respecto a los cigarrillos electrónicos.

ABSTRACT

Tobacco is one of the most common risk factors for the development of cancer. Although it has been around for most of human history, in recent decades there has been an increase in its innovation.

Electronic cigarettes replace the tobacco leaf with water vapor and other chemical components, including nicotine. Their easy acquisition, virality on social networks, and the false sensation that they are healthier than tobacco, create a dangerous mixture, since their effects on short- and long-term health are not yet known with certainty.

The components of the used liquid, which is then inhaled in the form of an aerosol, contain elements such as propylene glycol and/or vegetable glycerin, stabilizers, flavorings and nicotine that are toxic to cells. Other studies have indicated the presence of heavy metals from electronic cigarettes in the inhaled aerosol, increasing the harmful effects on health.

This literature review describes the harms that various studies have indicated regarding electronic cigarettes.

INTRODUCCIÓN – MARCO TEÓRICO

El cáncer sigue siendo una de las principales causas de morbi-mortalidad. En el año 2020 se diagnosticaron aproximadamente 18.1 millones de nuevos casos de cáncer en el mundo (excluyendo los tumores cutáneos no melanoma) según la Internacional Agency for Research on Cancer¹.

Los tumores más frecuentemente diagnosticados en el mundo son los de mama, pulmón, colon y recto, próstata y estómago². En la siguiente imagen se representa una comparación entre la incidencia y la prevalencia de los diferentes tipos de cáncer, datos extraídos del informe de la SEOM sobre Cáncer en España^{2,3}.

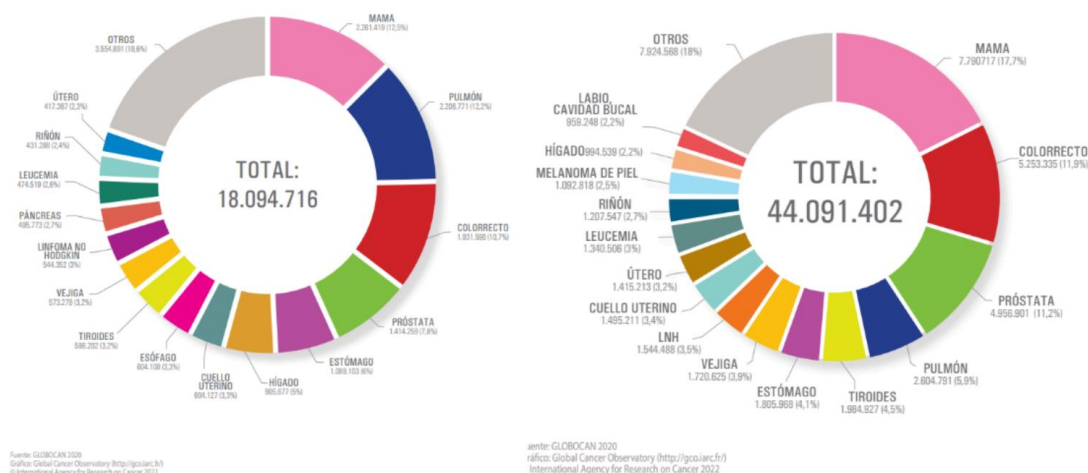


Figura 1 : Incidencia y prevalencia de los diferentes tipos de cáncer. Fuente: Informe SEOM sobre Cáncer en España³

No es posible saber qué personas desarrollarán cáncer a lo largo de sus vidas, pero existen factores de riesgo que pueden aumentar la probabilidad de su aparición. Algunos de los factores como la edad o la genética no pueden modificarse. Otros como el consumo de tabaco y alcohol, la obesidad y la alimentación pueden limitarse y modificarse para disminuir el riesgo de sufrir cáncer^{4,5}.

El tabaco está considerado una de las causas principales de aparición del cáncer en aproximadamente todos los órganos del cuerpo. El pulmón, la boca, la laringe y el esófago son los principales, ya que son las estructuras que están en contacto directo con las sustancias tóxicas del tabaco (nicotina, ácido cianhídrico, aldehído fórmico, plomo, arsénico, amoníaco, uranio, benceno, monóxido de carbono, nitrosaminas e hidrocarburos aromáticos policíclicos) y el cigarrillo electrónico (nitrosaminas, alquitrán, monóxido de carbono, hidrocarburos, amoníaco y cadmio)⁴⁻⁸.

El humo resultante de la combustión del tabaco contiene muchos compuestos químicos que dañan el ADN, tanto de quien los consume (fumador activo) como para las personas que respiran el humo residual en el ambiente (fumador pasivo)^{4,9}.

TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA FUMAR

PRODUCTOS DE TABACO¹⁰

- **Cigarrillos:** Los cigarrillos son de un tamaño uniforme y cada uno contiene menos de 1 gramo de tabaco. Se pueden tardar unos 10 minutos en fumar.

- **Cigarros puros:** La mayoría están compuestos principalmente de un solo tipo de tabaco (curado al aire y fermentado) y tiene una envoltura de tabaco. Pueden variar de tamaño y forma, y contienen de 1 a 20 gramos de tabaco. En Estados Unidos se venden tres tamaños:
 - Los **cigarros puros grandes:** Pueden medir más de 7 pulgadas de largo y típicamente contienen de 5 a 20 gramos de tabaco. Algunos contienen una cantidad de tabaco equivalente a la de una cajetilla entera de cigarrillos. Se puede tardar entre 1 y 2 horas en fumar.
 - Los **puritos** (cigarros puros pequeños): Un poco más grandes que los cigarrillos puros y los cigarrillos. Contienen alrededor de 3 gramos de tabaco.

- Los **cigarrillos puros**: son del mismo tamaño y forma que los cigarrillos. Suelen ir empaquetados como los cigarrillos (20 por cajetilla). Cada uno contiene cerca de 1 gramo de tabaco. Algunos tiene un filtro, lo cual les da la apariencia de estar diseñados para fumarse como cigarrillos (para que se inhale el humo).

PRODUCTOS ELECTRÓNICOS

Cigarrillos electrónicos / vapeadores: Calientan un líquido para producir un aerosol que los usuarios inhalan. Ese líquido, denominado “e-líquido” puede contener nicotina, aceites de tetrahidrocannabinol (THC) y cannabinoides (CBD) y otras sustancias como saborizantes y aditivos¹¹⁻¹³.

El Ministerio de Sanidad de España define los cigarrillos electrónicos como “un producto, o cualquiera de sus componentes, incluidos los cartuchos y el dispositivo sin cartucho, que pueda utilizarse para el consumo de vapor que contenga nicotina a través de una boquilla. Los cigarrillos electrónicos pueden ser desechables, recargables mediante un contenedor de carga, o recargables con cartucho de un solo uso”¹⁴.

Cada dispositivo está formado por una batería, un dispositivo que contiene el líquido y una cámara de vaporización con calefacción (Figura 2), que se activa presionando un botón incorporado. El aerosol se produce al inhalar a través de la boquilla. En caso de acabarse el líquido, puede recargarse el dispositivo o cambiarse el cartucho desechable por uno nuevo^{14,15}.

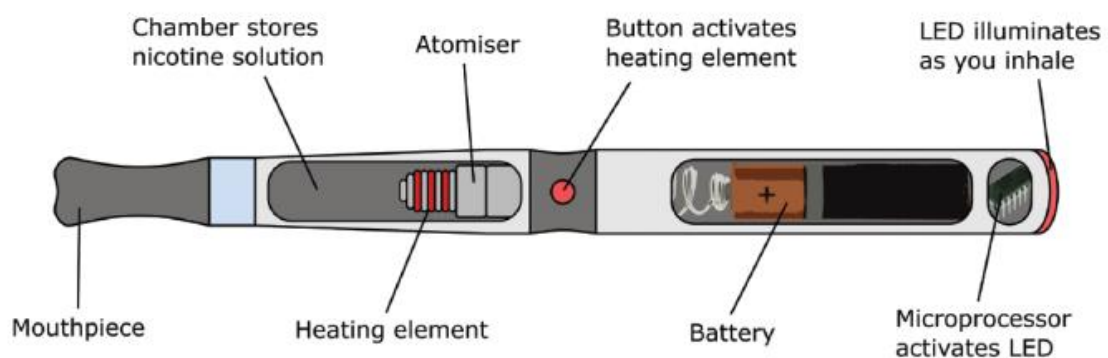


Figura 2: Esquema de los componentes del cigarrillo electrónico¹⁶.

El diseño del cigarrillo electrónico está basado en el del cigarrillo tradicional. A lo largo de los años desde su creación se ha innovado en su diseño y tecnología. Los dispositivos modernos, de cuarta generación, permiten mayores presiones y temperaturas, lo que genera una mayor cantidad de aerosoles inhalados^{14,15,17}. Las opciones de cigarrillos electrónicos varían dependiendo de la marca, el sabor, la potencia, el tamaño, su funcionamiento y el diseño¹⁶.

Los modelos de cigarrillos electrónicos se clasifican en generaciones:

- **Primera Generación (“cig-a-like”):** Su diseño es el más parecido a los cigarrillos tradicionales y son desechables. Eran ineficaces en la administración de nicotina, ya que las partículas tenían un tamaño que no permitía penetrar en los pulmones^{19,20}.
- **Segunda generación (“vape-pen”):** El líquido reside en un depósito. Puede recargarse manualmente (“de tanque abierto”) o mediante cartuchos (“de tanque cerrado”)^{19,20}.
- **Tercera generación (vaporizadores avanzados):** Dispositivos personalizables que permiten a los sujetos ajustar el voltaje para alcanzar una mayor temperatura, que aumenta la liberación de nicotina y la cantidad de formaldehído junto a otras sustancias en el aerosol^{19,20}.
- **Cuarta generación (“TC mod”):** Planos, portátiles y rectangulares. Diseñados para parecer un USB. Consta de un cartucho de líquido precargado (59 mg/mL de nicotina) y de un dispositivo a batería con regulación de la temperatura^{19,20}.



Figura 3: Representación de los modelos de cigarrillos electrónicos según su generación. Obtenida del Diccionario visual de productos de cigarrillos electrónicos o vapeo²¹.

POPULARIZACIÓN DE LOS CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS

Los cigarrillos electrónicos surgieron como una alternativa para las personas que querían comenzar una deshabituación tabáquica. La cantidad de nicotina en el líquido sustituiría a la sustancia adictiva proporcionada por los cigarrillos tradicionales. La dosis es regulable, por lo que la persona puede ir reduciendo la cantidad y la frecuencia de consumo hasta su completa suspensión. Sin embargo, la American Cancer Society asegura que “no hay tal cosa como productos de tabaco que no produzcan humo y que sean útiles para las personas que buscan abandonar el hábito”^{8,11}.

En la actualidad existen más de 460 marcas diferentes de cigarrillos electrónicos en el mercado^{11,20}. La falta de regulación, por el poco tiempo que llevan en el mercado y la falta de estudios sobre su efecto, supone que pueda venderse y ser consumido tanto por adultos como por adolescentes. De hecho, en la sociedad se perciben como inocuos²³⁻²⁵.

El consumo del cigarrillo electrónico se extiende rápidamente como una moda entre los adolescentes, suponiendo una puerta de entrada al consumo de tabaco y otros tóxicos^{15,23-25}.

Los medios de comunicación muestran cifras y noticias como:

- El 25% de adolescentes entre 12 y 13 años reconoce haber fumado alguna vez un cigarrillo electrónico²⁶.
- Algunas de las empresas comercializan los *vapeadores* con dibujos animados para captar la atención de los niños²⁷.
- Al menos 111 *influencers* (figuras públicas del entretenimiento) vistas y seguidas por más de 51 millones de personas promocionan el tabaco y los *vapeadores*²⁸.

En la siguiente figura se muestra una distribución del consumo de tabaco entre personas usuaria de cigarrillo electrónico consultado en el artículo escrito por Lidón-Moyano, C. et al.²⁹. “El 67.5% de las personas que declararon haber usado en alguna ocasión el cigarrillo electrónico eran fumadoras de tabaco combustible, el 18,1% nunca fumadoras y el 14,4% exfumadoras en el momento del estudio.”²⁹. Resulta preocupante la mención del estudio sobre las edades tempranas en las que comienzan a usarse los cigarrillos electrónicos: “todas las personas usuarias actuales de cigarrillo electrónico que declararon ser <<nunca fumadoras>> pertenecían al grupo de menor edad (16-45 años)”²⁹.

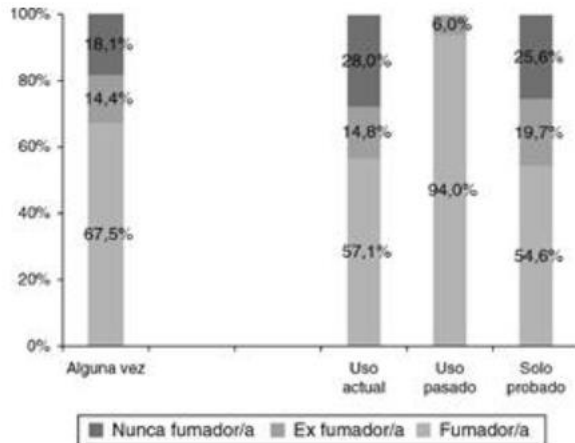


Figura 4: Distribución porcentual del consumo de tabaco entre los usuarios de cigarrillos electrónicos en España, 2014. ²⁹

El objetivo de este trabajo, por tanto, será la realización de una revisión exhaustiva de la bibliografía respecto al riesgo cancerígeno, centrado en los pulmones, que supone la inhalación de aerosoles producidos por los cigarrillos electrónicos.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

El objetivo general de este trabajo ha sido realizar una recopilación bibliográfica sobre los efectos del cigarrillo electrónico en el organismo humano.

Los objetivos específicos del trabajo son comprender y mejorar el conocimiento de las consecuencias del “vaping”, así como la presentación de nuevas líneas de investigación necesarias para la prevención de daños en el organismo.

METODOLOGÍA

Tipología del estudio – Revisión bibliográfica narrativa de la literatura científica actual.

Base de datos – La búsqueda de artículos científicos se realizó en la base de datos PubMed.

Se formuló la pregunta de investigación según PICO (Problem, Intervention, Comparison, Outcome). De esta forma, se obtuvo información centrada en los objetivos del estudio.

Términos MeSH y Ecuación de búsqueda – Para realizar la búsqueda se emplearon los términos MeSH “cancer risk” y “e-cigarette”. Estos descriptores se combinaron con el operador booleano “AND”, resultando la siguiente ecuación de búsqueda: (cancer risk) AND (e-cigarette).

Filtros aplicados – Los filtros aplicados en esta búsqueda fueron los siguientes:

- Fecha de publicación: 2019 – 2024
- Idioma: Español e inglés
- Disponibilidad del texto: Texto completo gratis
- Tipo de artículos: Ensayos clínicos, Meta-análisis, Ensayo aleatorio controlado, Revisiones y Revisiones sistemáticas.
- Estudios y revisiones cuyos datos reflejen el riesgo cancerígeno de los cigarrillos electrónicos.

Criterios de exclusión:

- Estudios no finalizados
- Estudios que no tengan relación con los objetivos del trabajo.

RESULTADOS

DIAGRAMA DE FLUJO

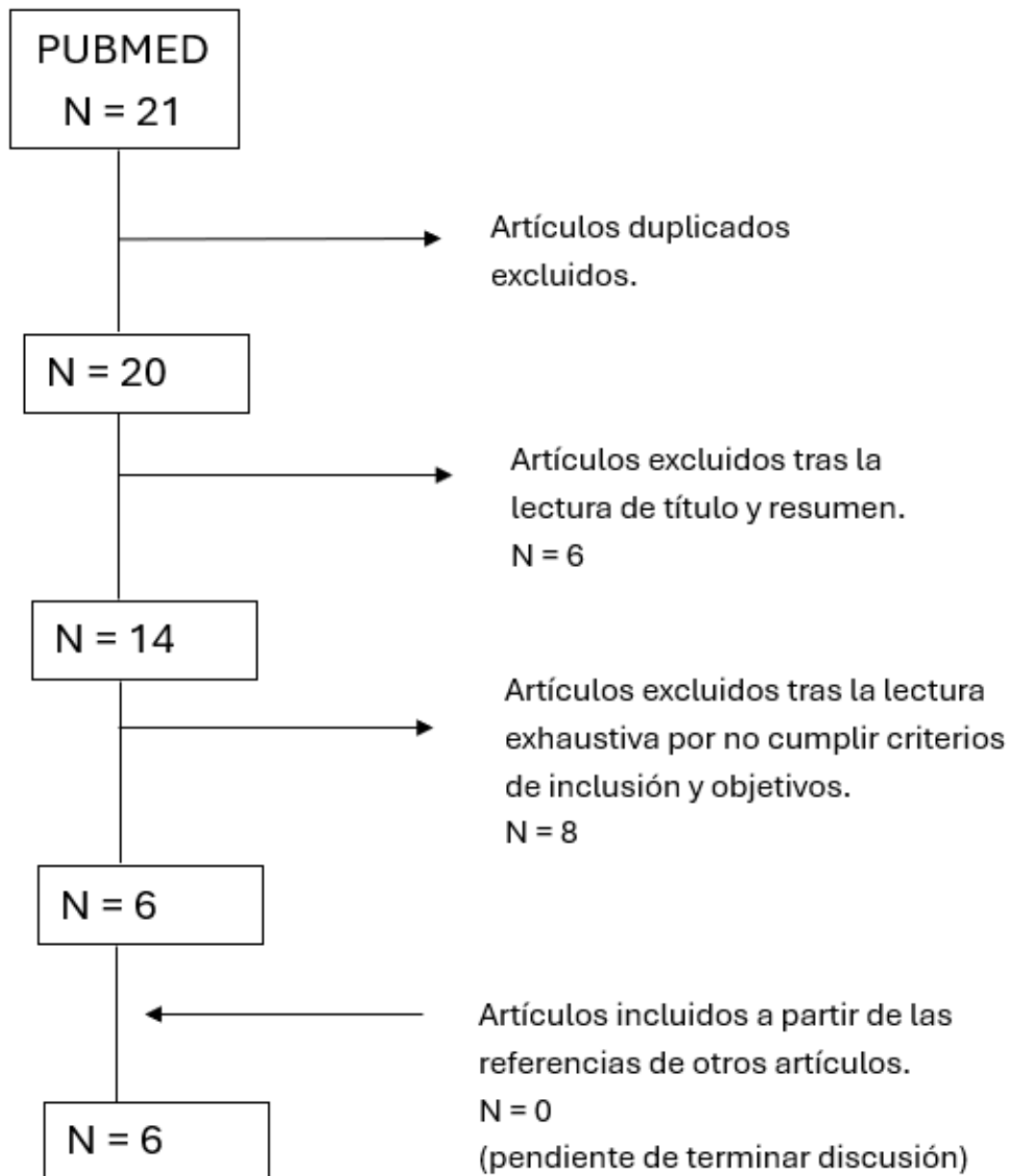


Figura 5: Diagrama de flujo. Esquema representativo de la selección de artículos para el trabajo. Elaboración propia.

TABLA DE RESULTADOS

| TÍTULO ARTÍCULO Y AÑO DE PUBLICACIÓN | TRADUCCIÓN DEL TÍTULO DEL ARTÍCULO | AUTOR/ES | RESULTADOS Y CONCLUSIONES |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMPARACIÓN DE IMPACTO DE CIGARRILLOS Y E-CIGARRILLOS COMO INDUCTOR DE RIESGO DE CÁNCER (2023) | ---- | Abelina XA, Lesmana R, Goenawan H, Abdulah R, Barliana Ml <i>et al.</i> | Tanto los cigarrillos electrónicos como los cigarrillos tradicionales aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón debido a la exposición a aerosoles tóxicos. |
| EXPOSURE TO HEATED TABACO PRODUCTS AND ADVERSE HEALTH EFFECTS (2021) | EXPOSICIÓN A PRODUCTOS DE TABACO CALENTADOS Y EFECTOS ADVERSOS PARA LA SALUD | Znyk M, Jurewicz J and Kaleta D. | <ul style="list-style-type: none"> Los productos de tabaco calentado (HTP) pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas en comparación con el tabaco tradicional. Los HTP dañan las células epiteliales bronquiales, pero en menor cantidad que el tabaco. Se necesita más investigación sobre la frecuencia del uso de HTP y los efectos sobre la salud. |
| VAPING, ENVIRONMENTAL TOXICANTS EXPOSURE AND LUNG CANCER RISK (2023) | VAPEO, EXPOSICIÓN A TÓXICOS AMBIENTALES Y RIESGO DE CÁNCER DE PULMÓN | Shehata SA, Toraih EA, Ismail EA, Hagrás AM, Elmorsy E and Fawzy MS | <ul style="list-style-type: none"> Los e-cigarettes contienen metales pesados y sustancias relacionadas con efectos neurotóxicos y cancerígenos. El aumento del uso de e-cigarettes genera preocupación sobre la salud a largo plazo de los usuarios. |
| E-CIGARETTES AND ASSOCIATED HEALTH RISK: AN UPDATE ON CANCER POTENTIALS (2023) | CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS Y RIESGOS PARA LA SALUD ASOCIADOS: UNA ACTUALIZACIÓN SOBRE EL POTENCIAL DE CÁNCER | Sahu R, Shah K, Malviya R, Pallwal D, Sagar S, Singh S, Prajapati BG and Bhattacharyya S | <ul style="list-style-type: none"> Los e-cigarettes contienen sustancias químicas nocivas que pueden provocar cáncer de pulmón. Se necesita más investigación para saber las consecuencias a largo plazo del uso de e-cigarettes. |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ASSESSING MODIFIED RISK TOBACCO AND NICOTINE PRODUCTS: DESCRIPTION OF THE SCIENTIFIC FRAMEWORK AND ASSESSMENT OF A CLOSED MODULAR ELECTRONIC CIGARETTE (2017)</p> | <p>EVALUACIÓN DEL RIESGO EN PRODUCTOS DE TABACO Y NICOTINA: DESCRIPCIÓN DEL MARCO CIENTÍFICO Y LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA MODULAR CERRADO DE LOS CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS</p> <p>McAlinden KD, Murphy J, Gaca M, Lowe F, Minnet E, Breheny D. <i>et al.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Los e-cigarrillos plantean graves riesgos para la salud, incluidas enfermedades pulmonares y daños en el ADN. ▪ Vapear está relacionado con una mayor susceptibilidad a los patógenos pulmonares y neumonía. ▪ Los e-cigarrillos no son útiles para dejar de fumar y pueden generar costos futuros |
| <p>E-CIGARETTES AND CARDIOPULMONAR Y HEALTH (2021)</p> | <p>CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS Y SALUD CARDIOPULMONAR</p> <p>Tarran R, Graham Barr R, Benowitz NL, Bhatnagar A, Chu HW, Dalton P. <i>et al.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El uso de e-cigarrillos puede provocar daños pulmonares y trastornos respiratorios, aunque en menor medida que los cigarrillos combustibles. ▪ La nicotina, un componente presente en los e-cigarrillos, induce estrés oxidativo y apoptosis celular en el tejido pulmonar. ▪ Los efectos a largo plazo del uso de e-cigarrillos sobre los riesgos de desarrollar cáncer de pulmón aún no se comprenden bien y se necesita más investigación para determinar asociación entre ellos. |

Tabla 1: Tabla de resultados. Resumen de los puntos más importantes de cada uno de los artículos seleccionado para la realización de este trabajo³⁰⁻³⁵. Elaboración propia.

El artículo de X. A. Abelia *et al.*³⁰ muestra que los cigarrillos electrónicos y los cigarrillos tradicionales tienen efectos tóxicos similares sobre la salud pulmonar. Los aerosoles de los cigarrillos electrónicos y el humo del cigarrillo tradicional aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, ya que contienen sustancias nocivas que desencadenan en apoptosis celular y daños en el ADN³⁰.

En el resto de los artículos seleccionados se hace una mayor distinción entre los efectos sobre la salud de los cigarrillos electrónicos y los tradicionales que X. A. Abelia *et al.*³⁰, aunque no niegan que tengan efectos perjudiciales.

Znyk M *et al.*³¹ evaluó los efectos sobre la salud de los productos de tabaco calentado (HTP), refiriéndose a los tipos de cigarrillos electrónicos en los usuarios. Se tuvo en cuenta la frecuencia de uso y las emisiones de sustancias tóxicas. Los resultados mostraron que los HTP pueden reducir los riesgos para la salud en comparación con el tabaco. Pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas en comparación con el tabaco tradicional. Esto no excluye sus efectos negativos sobre la salud respiratoria y la fisiología pulmonar. Los estudios que analizaron mostraban que los HTP pueden alterar las funciones pulmonares, la función mitocondrial y aumentan el estrés oxidativo celular. Dado que los HTP son recientes en el mercado y existen muchas variables en su uso, los autores indican que se necesita más investigación para evaluar su impacto en la salud³¹.

Shehata SA *et al.*³² recopiló información existente sobre los tóxicos generados por los cigarrillos electrónicos y su relación a las enfermedades pulmonares. Indica que los aerosoles producidos por los cigarrillos electrónicos pueden inducir toxicidad epitelial respiratoria, estrés oxidativo celular e inflamación generalizada en los tejidos, los cuales están relacionados con el desarrollo de cáncer de pulmón. Los dispositivos de vapeo (término sinónimo a los cigarrillos electrónicos) crean niveles más bajos de cardiogénicos que el tabaco convencional, pero la exposición prolongada aún puede

tener graves efectos negativos en la salud. En el artículo también se ha expresado preocupación sobre la exposición a metales pesados presentes en el aerosol producido por los cigarrillos electrónicos³².

La necesidad de investigación sobre los efectos perjudiciales en la salud a largo plazo derivados del uso de cigarrillos electrónicos es reforzada Sahu R *et al.*³³. En su artículo se muestran los diferentes efectos que causan los componentes del aerosol de los cigarrillos electrónicos en la salud. El líquido de los “e-cigarettes” está compuesto por nitrosamidas, propilenglicol, glicerina vegetal, estabilizadores y saborizantes. Al calentarse y aerosolizarse, se convierten en sustancias químicas nocivas que contribuyen principalmente al daño del ADN, aumentando el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. Señalan que, a pesar de ser menos perjudiciales que el tabaco, cualquier sustancia inhalada durante un periodo prolongado de tiempo puede ser perjudicial para los pulmones³³.

El artículo de McAlinden KD *et al.*³⁴ se enfoca en el cigarrillo electrónico desde su función como deshabitador tabáquico. Su investigación muestra que el uso de cigarrillos electrónicos no es una alternativa más segura que fumar y carece de beneficios para dejar de fumar. De hecho, expresa que puede generar costos futuros. Los efectos fisiológicos sobre los pulmones son perjudiciales, aunque en menor medida que los producidos por el tabaco. Vapear causa daños en el ADN y está relacionado con una mayor susceptibilidad a los patógenos pulmonares y la neumonía. McAlinden KD *et al.*³⁴ señala que es necesaria una mayor regulación de los productos de vapeo y una mayor investigación de las repercusiones a largo plazo³⁴.

Los estudios analizados por Tarran R *et al.*³⁵ han demostrado que el uso de e-cigarettes puede provocar daños pulmonares y trastornos respiratorios, aunque en menor medida que los cigarrillos combustibles (cigarrillos tradicionales de tabaco). La nicotina, un componente común en los e-cigarettes, induce estrés oxidativo y apoptosis

celular en el tejido pulmonar. Sin embargo, también puede inhibir la liberación de citoquinas proinflamatorias en los pulmones³⁵.

Además, los aerosoles producidos por los e-cigarettes causan inmunosupresión, lo que perjudica las defensas innatas y reduce la eliminación de patógenos. Los estudios han demostrado que el uso de e-cigarettes puede provocar disminución de la función pulmonar. Sin embargo, los estudios son inconsistentes. Algunos informaron obstrucción del flujo y otros no³⁵.

Los efectos a largo plazo del uso de e-cigarettes sobre los riesgos de cáncer de pulmón aún no se comprenden bien y se necesita más investigación para determinar la asociación entre ellos. El campo de la investigación de los e-cigarettes se ve obstaculizado por métodos inconsistentes y una falta de comprensión de los posibles efectos sobre la salud. Se necesitan metodologías consistentes y más investigaciones para evaluar sus beneficios y riesgos³⁵.

DISCUSIÓN

CONCEPCIÓN BENEFICIOSA Y DESHABITUACIÓN TABÁQUICA

Los cigarrillos electrónicos se introdujeron en el mercado mundial hace más de 15 años, en la primera década de los 2000. Se concebían como una alternativa segura para las personas fumadoras y aquellas que quisieran realizar una deshabituación tabáquica^{33,34}. Su principal característica es la falta de combustión de tabaco, como sucede en los cigarrillos tradicionales. Los cigarrillos electrónicos (e-cigarettes) calientan un líquido compuesto por diferentes sustancias propilenglicol y/o glicerina vegetal, estabilizadores, saborizantes y nicotina. A pesar de ser esa su idea de creación, el uso de cigarrillos electrónicos ha aumentado exponencialmente en todo tipo de usuarios, incluidos los jóvenes³⁰⁻³⁵. Los estudios de mercado indican que en los próximos años, el uso de e-cigarettes podría superar al uso de cigarrillos de tabaco tradicionales³⁵.

Los estudios remarcan los e-cigarettes como menos dañinos que los tradicionales³⁰⁻³⁵, aunque su eficacia como deshabituante tabáquico no es eficaz, según muestra el artículo de McAlinden KD et al³⁴. Indica que los cigarrillos electrónicos carecen de beneficios y no son eficaces para dejar de fumar y pueden generar costos futuros. Muchos de los adolescentes comienzan el hábito tabáquico con e-cigarettes, mientras que las dosis de nicotina no son suficientes para los fumadores activos provocando que regresen al tabaco³⁴. Por ello, todos los autores escogidos para la realización de este trabajo concuerdan en que se necesita de forma urgente más regulación e información sobre la seguridad a corto y largo plazo del uso de estos dispositivos³⁰⁻³⁵.

Comparando los efectos perjudiciales en el sistema respiratorio de los e-cigarettes y los cigarrillos tradicionales, se puede afirmar que tienen como mínimo efectos tóxicos similares sobre la salud pulmonar y ambos aumentan el riesgo de cáncer de pulmón³¹. Los e-cigarettes causan un menor daño, pero no significa que sean inocuos^{30,32-35}. Principalmente producen alteraciones de la función pulmonar y daño a nivel celular y de ADN, aumentando el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón³⁰⁻³⁵.

TOXICIDAD DE LOS AEROSOLES

El dispositivo de los e-cigarettes está formado por un dispositivo que contiene el líquido (recargable o desechable), una cámara de vaporización con calefacción y una fuente de energía (batería). Este líquido está compuesto de nitrosamidas, propilenglicol, glicerina vegetal, estabilizadores y saborizantes, que se calientan a altas temperaturas para transformarlos en aerosoles^{30,32,33,35}. Debe tenerse en cuenta que tanto el líquido como el depósito que los contiene están expuestos a las altas temperaturas del calentador. Ha surgido preocupación por la presencia de partículas de metales pesados (procedentes del depósito y la boquilla del e-cigarette) como níquel, cromo, aluminio, hierro, etc, en el aerosol producido por el e-cigarette. La inhalación de estos metales a largo plazo puede causar afecciones respiratorias³⁴.

Por otro lado, los estudios demuestran los daños celulares causados por el aerosol resultante de los componentes del líquido de los e-cigarettes (nitrosamidas, propilenglicol, glicerina vegetal, estabilizadores y saborizantes, entre otras)^{30,32,33,35}.

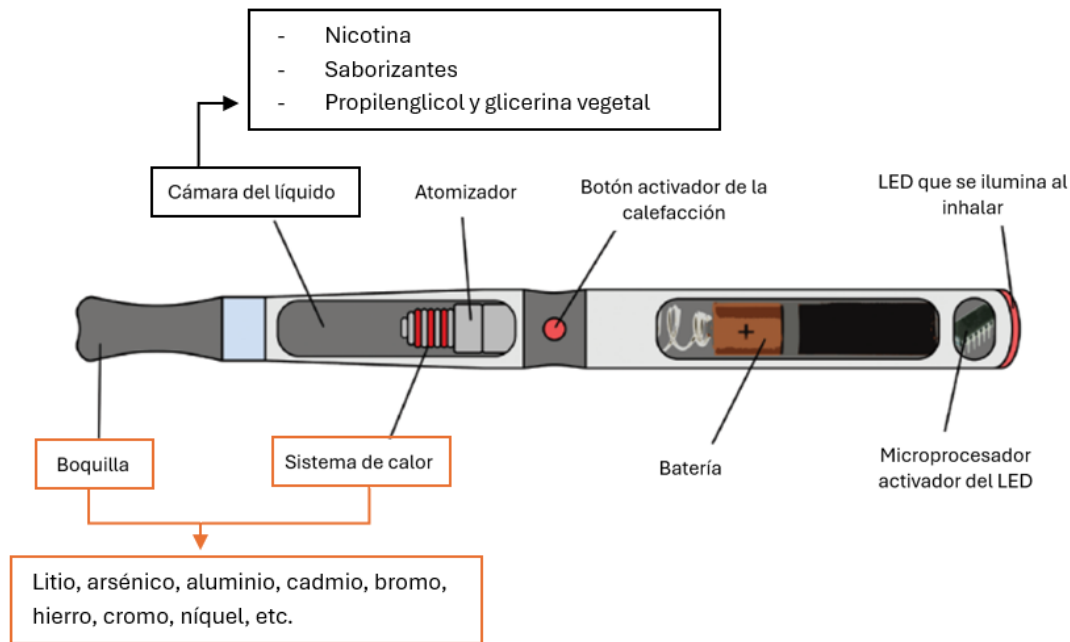


Figura 6: Componentes que componen las principales partes del cigarrillo electrónico e ingresan en el organismo tras la inhalación del aerosol. Esquema de elaboración propia, imagen del e-cigarette obtenido del artículo de Mathur A¹⁶.

El tamaño de las partículas del aerosol de los e-cigarettes son más pequeñas que las generadas por los cigarrillos tradicionales, lo que permite que penetren más profundamente en las células del sistema respiratorio³². La cantidad y tamaño de las partículas en el aerosol puede verse afectada por factores como la temperatura del calentador, el voltaje del dispositivo y la técnica de inhalación del usuario³³.

Aunque los e-cigarettes se consideran menos dañinos que los cigarrillos de tabaco, no son completamente inocuos³¹⁻³⁵. Los diferentes componentes del líquido usado en el líquido de los e-cigarettes causa daños y alteraciones en las células pulmonares. Entre las principales reacciones se encuentran: un aumento de las reacciones proinflamatorias y de estrés oxidativo, intensa actividad tóxica, daño del ADN, apoptosis celular, lesión vascular, dislipemia, neumonía y aumento de la reactividad plaquetaria^{30-33,35}.

En la siguiente tabla se muestran los daños provocados en el organismo por cada una de las sustancias.

| SUSTANCIA | | DAÑOS PROVOCADOS EN EL ORGANISMO |
|---------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Compuestos de nitrosamina / Nicotina | | <ul style="list-style-type: none"> - Estrés oxidativo en las células. - Toxicidad tisular. - Apoptosis celular. - Disminuye la función mucociliar de las células epiteliales, que favorece la adhesión de patógenos. - Daño en el ADN. - Adicción. |
| Propilenglicol y Glicerina vegetal | | <p>Acetaldehídos : Daño en el ADN celular.</p> <p>Formaldehídos : Daño en el ADN celular.</p> <p>Acroleína : Irritación respiratoria (inflamación) y daño en el ADN celular.</p> |
| Componentes saborizantes | | <ul style="list-style-type: none"> - Inflamación. Activación de la respuesta inflamatoria. - Agentes cancerígenos. <p>Mentol : participa en la modulación del metabolismo de la nicotina, por lo que aumenta la adicción.</p> <p>Etil maltol : acelera el transporte de partículas de metales pesados a través de las membranas celulares. Daño tisular y del ADN celular.</p> |
| Tocopherol (Vitamina E) | | <ul style="list-style-type: none"> - Obstruye la superficie pulmonar - Produce químicos oncogénicos. |

Tabla 2: Daños que producen en el organismo cada uno de los componentes usados para el aerosol de los e-cigarettes. Elaboración propia a partir de la información proporcionada por los artículos seleccionados²⁹⁻³⁴.

Compuestos de nitrosaminas / Nicotina

La nicotina provoca estrés oxidativo en células, derivando en toxicidad tisular y apoptosis celular^{30,32,35}. Estas, junto al daño del ADN acumulado, aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. Al unirse a los receptores nicotínicos aumenta la deposición de colágeno tipo I en los fibroblastos pulmonares, causando una disfunción mucociliar de las células epiteliales en el sistema respiratorio³³. Los estudios muestran el aumento de enfermedades infecciosas respiratorias entre usuarios de e-cigarettes^{31,34}.

Aunque la cantidad de nicotina inhalada puede ser regulada por varios factores (concentración en el líquido, temperatura, frecuencia y profundidad de la inhalación), sigue siendo una sustancia adictiva^{30,32-35}.

Propilenglicol y Glicerina vegetal

El calentamiento de estas sustancias, a las altas temperaturas usadas por los cigarrillos electrónicos, produce irritantes pulmonares, radicales libres y compuestos carbonílicos cancerígenos (acetaldehídos, formaldehídos y acroleína).

- **Acetaldehídos** : Es una de las toxinas cardiovasculares más importantes en el humo del tabaco, según el Instituto de Medicina. Produce daño en el ADN, cuya acumulación aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón (y otros órganos)³³.
- **Formaldehído** : Su acumulación en el sistema respiratorio aumenta en cinco veces el riesgo de desarrollar cáncer, en comparación con el riesgo de los fumadores de tabaco³³.
- **Acroleína** : Es una de las toxinas cardiovasculares más importantes en el humo del tabaco, según el Instituto de Medicina. Está presente en mayores concentraciones en el líquido de los e-cigarettes que en los cigarrillos tradicionales. Provoca irritación respiratoria (inflamación) y daño en el ADN, que puede derivar en cáncer³³.

Componentes saborizantes

Los aromas y los sabores se añaden al líquido de los e-cigarettes para ofrecer una amplia gama de productos a gusto del consumidor, así como hacerlos más atractivos para su consumición. Algunos sabores utilizados son: fruta, dulces, postres y mentol^{30,32,33,35}. A medida que aumenta la temperatura, también aumenta la oxidación, la pirólisis y la oxidación de los aldehídos orgánicos que forman el aroma o sabor. En ocasiones supone un aumento de la concentración que excede las pautas o guías de seguridad³². Dado que los componentes resultantes del calentamiento de los aromas y

saborizantes son acetaldehídos y formaldehídos, provocan los mismos daños que estos componentes: inflamación, activación de la respuesta inflamatoria (que a su vez provoca estrés oxidativo y daño tisular) y agentes cancerígenos que aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón^{32,33}.

El **mentol** participa en la modulación del metabolismo de la nicotina, por lo que se relaciona a un aumento de la prevalencia de la adicción. También tiene un efecto directo en los efectos pre-inflamatorios y cancerígenos que dañan las células, aumentando la habilidad de invasión y migración de las células tumorales³³.

El **etil-maltol** acelera el transporte de partículas de metales pesados a través de las membranas plasmáticas. También promueve la respuesta pre-inflamatoria, modifica la función inmunitaria de las células, daña la integridad epitelial y aumenta el riesgo de cáncer por la liberación de radicales libres oncogénicos³³.

Tacopherol (vitamina E)

Al ser una sustancia oleosa se utiliza como diluyente y espesante en el líquido de los cigarrillos electrónicos. Al inhalarse puede obstruir la superficie pulmonar generando problemas respiratorios. Al calentarse produce químicos tóxicos relacionados con la actividad cardiogénica³³.

CÁNCER DE PULMÓN

Los cigarrillos electrónicos (e-cigarettes) se presentaron en el mercado como una alternativa segura e inocua de fumar. Su uso se extendió rápidamente entre toda la población: fumadores y no fumadores en todos los rangos de edad³⁰⁻³⁵. Junto al aumento de uso de e-cigarettes, también hubo un aumento de enfermedades

respiratorias, entre las cuales se encuentran: asma, disfunción endotelial, neumotórax espontáneo, neumonía y neoplasias^{31,32,35}.

La relación entre la exposición a aerosoles producidos por e-cigarettes y el riesgo de desarrollo de cáncer de pulmón se ha demostrado en diversos estudios recopilados por los autores de los artículos recopilados. Sin embargo, debe especificarse que muchos de los estudios eran realizados in vitro y con animales; no se tenían en cuenta el resto de factores que afectan al ser humano. Por ello, los autores señalan que las conclusiones de los estudios no son definitivas³⁰⁻³⁵.

Aunque los e-cigarrillos o sean tan perjudiciales para el organismo como el tabaco³¹⁻³⁵, siguen constituyendo un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de pulmón. La exposición a cardiogénicos respiratorios, como metales y tóxicos orgánicos, es uno de los principales potenciadores del desarrollo tumoral³². Las investigaciones señalan que los aerosoles producidos por los e-cigarettes contienen acetaldehídos, acroleína, nitrosaminas, metales pesados y otras sustancias^{30,32,33,35}. Estos productos producen inflamación tisular, estrés oxidativo celular, obstrucción de la superficie alveolar, disminución mucociliar, daños en el ADN y adicción^{32,33}. Dado que el aerosol ingresa al organismo por inhalación, los órganos más afectados son los correspondientes al sistema respiratorio, en especial los pulmones³⁰⁻³⁵.

CONCLUSIONES

Los estudios realizados tanto in vitro, en animales y en humanos muestran evidencias de que los cigarrillos electrónicos no son inocuos sobre la salud debido a los productos químicos que componen el líquido usado en ellos.

Los aerosoles producidos por los e-cigarettes contienen acetaldehídos, acroleína, nitrosaminas, metales pesados y otras sustancias. Estos productos producen inflamación tisular, estrés oxidativo celular, obstrucción de la superficie alveolar, disminución mucociliar, daños en el ADN y adicción. Dado que el aerosol ingresa al organismo por inhalación, los órganos más afectados son los correspondientes al sistema respiratorio, en especial los pulmones.

El riesgo puede variar dependiendo del tiempo de exposición, el tipo de tóxico, la dosis y las variantes fisiológicas de cada persona. Debido a la aparición reciente de los e-cigarettes, sus efectos a largo plazo sobre la salud no se conocen completamente. La investigación sigue en curso, pero hay suficiente evidencia sugiriendo que los aerosoles producidos por los e-cigarettes contienen partículas cancerígenas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Soerjomataram I, Bray F (2018). Global Cancer Observatory: Cancer Today. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Accesible en: <https://gco.iarc.fr/today>, [último acceso el 17/01/2022].
2. Mathur A, Dempsey O. Electronic cigarettes: a brief update. *J R Coll Physicians Edinb.* 2018;48(4):346-51.
3. *Cáncer.* (s/f). Who.int. Recuperado el 8 de febrero de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
4. SEOM: Sociedad Española de Oncología Médica - SEOM: Sociedad Espa [Internet]. Las cifras del cáncer en España 2022; [consultado el 3 de febrero de 2024]. Disponible en: https://seom.org/images/LAS_CIFRAS_DEL_CANCER_EN_ESPANA_2022.pdf
5. Instituto Nacional del Cáncer [Internet]. Factores de riesgo de cáncer; 23 de diciembre de 2015 [consultado el 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo>
6. Pérez, M. D. F., Betancourt, S. M. R., & Fernández, M. T. (2016). Factores de riesgo modificables en algunos tipos de cáncer. *Revista electrónica "Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta"*, 41(11). <https://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/940>
7. Baker F, Ainsworth SR, Dye JT, et al. Health risks associated with cigar smoking. *Journal of the American Medical Association* 2000; 284(6):735–740.
8. EUROSTAT. Tobacco consumption statistics. ;[último acceso el 08/02/2024]. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tobacco_consumption_statistics
9. *Sustancias químicas nocivas en los productos de tabaco.* (s/f). Cancer.org. Recuperado el 10 de febrero de 2024, de <https://www.cancer.org/es/cancer/prevencion-del-riesgo/tabaco/agentes-cancerigenos-en-los-productos-de-tabaco.html>

10. *Riesgos del fumador pasivo y activo*. (2019, agosto 26). SOLCA. <https://www.solca.med.ec/fumador-pasivo/>
11. Instituto Nacional del Cáncer [Internet]. Fumar cigarrillos puros y el cáncer; [consultado el 12 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas->
12. Portal Plan Nacional sobre Drogas [Internet]. Portal Plan Nacional sobre Drogas - Tabaco; [consultado el 12 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://pnsd.sanidad.gob.es/ciudadanos/informacion/cigarrilloelectronico/home.htm>
13. Europa Press. (2018, octubre 15). *Los aditivos de los cigarrillos electrónicos aumentan la inflamación y afectan la función pulmonar*. infosalus. <https://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-aditivos-cigarrillos-electronicos-aumentan-inflamacion-afectan-funcion-pulmonar-20181015184914.html>
14. O'Malley, G. F. (s/f). *Vapeo*. Manual MSD versión para público general. Recuperado el 20 de febrero de 2024, de <https://www.msdmanuals.com/es-es/hogar/temas-especiales/drogas-ilegales-e-intoxicantes/vapeo>
15. Actual, S., & Regulación, E. D. Y. (s/f). *INFORME SOBRE LOS CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS*: Gob.es. Recuperado el 20 de febrero de 2024, de <https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/tabaco/profesionales/docs/InformeCigarrilloselectronicos.pdf>
16. Dinakar C, O'Connor GT. The Health Effects of Electronic Cigarettes. Longo DL, editor. *N Engl J Med*. 2016;375(14):1372-81.
17. National Institute on Drug Abuse. (s/f). *¿Qué son los cigarrillos electrónicos?* National Institute on Drug Abuse. Recuperado el 12 de febrero de 2024, de <https://nida.nih.gov/es/publicaciones/serie-de-reportes/adiccion-al-tabaco/que-son-los-cigarrillos-electronicos>
18. Cernadas, I. (2023, enero 19). *vaper*. Saforguia.com. <https://saforguia.com/art/70987/cuantos-tipos-de-vaper-existen-y-como-elegir-el-tuyo>
19. Mathur A, Dempsey O. Electronic cigarettes: a brief update. *J R Coll Physicians Edinb*. 2018;48(4):346-51

20. De los cigarrillos electrónicos tienen una batería, L. M., El líquido generalmente contiene nicotina, un E. Q. P. C. y. un E. Q. C. el L., & de agua., S. y. O. P. Q. Q. A. a. P. un A. E. A. del C. E. N. O. es V. (s/f). *LAS GENERACIONES DE LOS CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS*. *Tobaccofreeflorida.com*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://tobaccofreeflorida.com/wp-content/uploads/2020/10/TFF-TFFW-SPA-Rack-Card-5.4.2020.pdf>
21. Vapeo, C. E. O. (s/f). *DICCIONARIO VISUAL DE PRODUCTOS DE*. *Cdc.gov*. Recuperado el 8 de marzo de 2024, de https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/pdfs/ecigarette-or-vaping-products-visual-dictionary-spanish-508.pdf
22. National Institute on Drug Abuse. (2020, enero 16). *Cigarrillos electrónicos (e-cigs) – DrugFacts*. National Institute on Drug Abuse. <https://nida.nih.gov/es/publicaciones/drugfacts/cigarrillos-electronicos-e-cigs>
23. del Pino, B. G. (2023, abril 19). *La falta de regulación impulsa el consumo de los vapeadores desechables entre los jóvenes*. *OndaCero*. https://www.ondacero.es/noticias/sociedad/falta-regulacion-impulsa-consumo-vapeadores-desechables-jovenes_20230419643fd45e2f8deb0001581e74.html
24. Revisión sobre la fiscalidad del cigarrillo electrónico. *Gob.es*. Recuperado el 8 de marzo de 2024, de https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/tabaco/profesionales/docs/Fiscalidad_cigarrillo_electronico.pdf
25. *Tabaco: cigarrillos electrónicos*. (s/f). *Who.int*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/tobacco-e-cigarettes>
26. *www.20minutos.es* - Últimas Noticias [Internet]. Uno de cada tres adolescentes de 12 y 13 años ha consumido alcohol y el 25% dice haber fumado cigarrillos electrónicos; 28 de diciembre de 2023 [consultado el 11 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/5204575/0/uno-cada-tres-adolescentes-12-13-anos-ha-consumido-alcohol-25-dice-haber-fumado-cigarrillos-electronicos/>

27. www.20minutos.es - Últimas Noticias [Internet]. Alerta ante la venta de vapeadores con dibujos para captar la atención de los niños; 5 de mayo de 2023 [consultado el 11 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/5125264/0/alerta-venta-online-vapeadores-ninos/>
28. Basantes AC. El País [Internet]. Al menos 111 influencers españoles que suman 51 millones de seguidores jóvenes promocionan el tabaco; 3 de julio de 2023 [consultado el 11 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://elpais.com/sociedad/2023-07-03/un-total-de-111-influencers-espanoles-que-suman-51-millones-de-seguidores-jovenes-promocionan-el-tabaco.html>
29. Lidón-Moyano, C., Martínez-Sánchez, J. M., Fu, M., Ballbè, M., Martín-Sánchez, J. C., & Fernández, E. (2016). Prevalencia y perfil de uso del cigarrillo electrónico en España (2014). *Gaceta sanitaria*, 30(6), 432–437. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.03.010>
30. Abelia, X. A., Lesmana, R., Goenawan, H., Abdulah, R., & Barliana, M. I. (2023). Comparison impact of cigarettes and e-cigs as lung cancer risk inductor: a narrative review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 27(13), 6301–6318. https://doi.org/10.26355/eurrev_202307_32990
31. Znyk M, Jurewicz J, Kaleta D. Exposure to Heated Tobacco Products and Adverse Health Effects, a Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jun 21;18(12):6651. doi: 10.3390/ijerph18126651. PMID: 34205612; PMCID: PMC8296358.
32. Shehata SA, Toraih EA, Ismail EA, Hagrass AM, Elmorsy E, Fawzy MS. Vaping, Environmental Toxicants Exposure, and Lung Cancer Risk. *Cancers (Basel)*. 2023 Sep 12;15(18):4525. doi: 10.3390/cancers15184525. PMID: 37760496; PMCID: PMC10526315.
33. Sahu R, Shah K, Malviya R, Paliwal D, Sagar S, Singh S, Prajapati BG, Bhattacharya S. E-Cigarettes and Associated Health Risks: An Update on Cancer Potential. *Adv Respir Med*. 2023 Nov 14;91(6):516-531. doi: 10.3390/arm91060038. PMID: 37987300; PMCID: PMC10660480
34. McAlinden KD, Eapen MS, Lu W, Sharma P, Sohal SS. The rise of electronic nicotine delivery systems and the emergence of electronic-cigarette-driven

- disease. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2020 Oct 1;319(4):L585-L595. doi: 10.1152/ajplung.00160.2020. Epub 2020 Jul 29. PMID: 32726146.
35. Tarran R, Barr RG, Benowitz NL, Bhatnagar A, Chu HW, Dalton P, Doerschuk CM, Drummond MB, Gold DR, Goniewicz ML, Gross ER, Hansel NN, Hopke PK, Kloner RA, Mikheev VB, Neczypor EW, Pinkerton KE, Postow L, Rahman I, Samet JM, Salathe M, Stoney CM, Tsao PS, Widome R, Xia T, Xiao D, Wold LE. E-Cigarettes and Cardiopulmonary Health. *Function (Oxf)*. 2021 Feb 8;2(2):zqab004. doi: 10.1093/function/zqab004. PMID: 33748758; PMCID: PMC7948134.