

Estudio del efecto de vapeadores y cigarros electrónicos en la salud de la población adolescente

Study of the effect of vaping and e-cigarettes on the health of the adolescent population

Axel Velázquez López¹, Ana Erandi González Garnica², María del Carmen Rodríguez Robelo¹

¹ Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato. Alameda S/N, Guanajuato.

² División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.
a.velazquez.lopez@ugto.mx, ae.gonzalezgarnica@ugto.mx, carmenrobelo@ugto.mx

Resumen

En este trabajo de investigación se revisó y documentó la composición química de los líquidos utilizados para recargar vapeadores y cigarrillos electrónicos, así como los efectos que provocan en la salud de la población adolescente. Se aplicó una encuesta diagnóstica para identificar los factores que favorecen que cada vez más jóvenes adopten el uso de estos dispositivos electrónicos, los cuales dispensan nicotina y diversos compuestos orgánicos e inorgánicos. Asimismo, se investigaron los efectos toxicológicos de cada una de las sustancias presentes en dichas mezclas. En laboratorio, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de cuatro marcas comerciales de cigarrillos en donde se detectó la presencia de nicotina, la cual constituye el principal compuesto bioactivo por su concentración y capacidad adictiva. Dado que los adolescentes desconocen los daños a corto y largo plazo que produce este alcaloide y de los otros componentes presentes en los líquidos de recarga, como los aldehídos, metales pesados y saborizantes, los cuales se vaporizan e inhalan durante su uso. Si bien los envases de las cajetillas de cigarros incluyen leyendas sobre los riesgos para la salud, los líquidos de vapeadores carecen de advertencias similares, pese a contener concentraciones de nicotina superiores a las declaradas en sus etiquetas.

Los resultados refuerzan la necesidad de alertar a la población acerca de los riesgos que representa la inhalación de estas sustancias, tanto en cigarrillos convencionales como en vapeadores y cigarrillos electrónicos, cuya combinación de nicotina y compuestos volátiles contribuye al incremento de la adicción y de daños respiratorios, cardiovasculares y neurológicos en la población adolescente.

Palabras clave: vapeadores, cigarros electrónicos, nicotina, sustancias volátiles, daños a la salud.

Introducción

Los cigarrillos electrónicos son dispositivos que contienen una batería que calienta un líquido en el que se encuentran presentes diferentes sustancias orgánicas e inorgánicas, que se van transformando en vapor, las cuales, al combinarse en forma de micropartículas con el aire, pueden ser inhaladas con mayor facilidad. Este vapor es en realidad un aerosol, de tal forma que el término “vapear” da origen a la denominación de vapeadores, a los dispositivos que permiten “vapear”. Los vapeadores, cigarros electrónicos e híbridos son mucho más dañinos que los convencionales y los daños a la salud se presentan de forma aguda, es decir, pueden aparecer al siguiente día de utilizarlos [1].

Es importante aclarar que los líquidos que se emplean en los SEAN, (Sistemas Electrónicos de Administración de Nicotina), tienen colores muy llamativos, son combinaciones de componentes químicos muy tóxicos, “los saborizantes que se utilizan para que se aprecie menos el sabor del tabaco y sepa a durazno, mango, u otros sabores exóticos, hacen que los adolescentes no tengan una percepción adecuada del riesgo, y algunos colorantes por ejemplo los rojos, pueden llegar a producir cáncer, además que todo esto le llama mucho la atención a los jóvenes, lo que los induce muy rápido a la adicción” [1,2].

El cigarrillo electrónico es el prototipo más común de los sistemas electrónicos de administración de nicotina (SEAN), estos dispositivos liberan un aerosol, que es el resultado del calentamiento de una solución constituida por propilenglicol, etilenglicol, glicerol, saborizantes y otros aditivos, el cual puede o no tener nicotina en concentraciones que van de 0 a 36 mg/ml. Estos dispositivos preocupan mucho por la alta cantidad de nicotina. En un cigarro tradicional hay cerca de un miligramo de nicotina por pieza; los *pods* o cápsulas de esos implementos que usan tabaco laminado pueden llegar a tener hasta 60 miligramos; es como si se fumaran 60 cigarros de una vez [3].

Los SEAN están constituidos por una fuente de energía en forma de batería recargable que calienta una resistencia en el interior de un tanque donde se encuentra el líquido que se pretende vaporizar. El vapor generado por el calentamiento de dicho líquido se inhala a través de una boquilla para llegar directamente al sistema respiratorio de quien los utiliza. Los aerosoles producidos por los cigarrillos electrónicos pueden contener sustancias dañinas o potencialmente dañinas, incluidos metales pesados como el plomo, compuestos orgánicos volátiles, partículas ultrafinas, productos químicos que causan cáncer u otros agentes como los productos químicos utilizados para limpiar el dispositivo. (Figura 1).

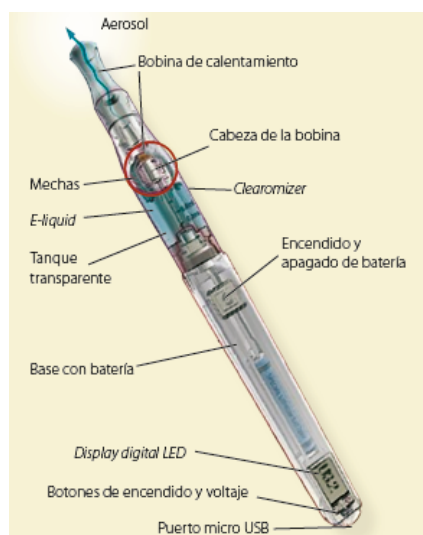


Figura 1. Esquema que muestra las partes de un cigarrillo electrónico de segunda generación.
Fuente: The New England Journal of Medicine© 2019

Los Adolescentes y la utilización de los SEAN

El tabaquismo continúa siendo la principal causa de enfermedad, discapacidad y muerte prematura a nivel mundial. Sin embargo, los SEAN, han tenido un crecimiento explosivo y en algunos países ha desplazado a los cigarrillos de tabaco, especialmente entre los jóvenes que se sienten atraídos por sus llamativos sabores y por el despliegue de tecnología que se utiliza en su diseño y funcionamiento.

En el caso de la nicotina, un alcaloide estimulante que se puede encontrar en la planta del tabaco en mayor medida es altamente adictiva y algunas pruebas sugieren que los menores que nunca han fumado y usan los SEAN pueden duplicar sus posibilidades de comenzar a fumar cigarrillos de tabaco más adelante, advierte la OMS. El consumo de nicotina en niños y adolescentes causa efectos perjudiciales para el desarrollo del cerebro y puede generar trastornos de aprendizaje y ansiedad a largo plazo.

La adolescencia es un período de transición asociado con el inicio de conductas de riesgo y cambios de comportamiento de búsqueda de novedades. Entre los fumadores adultos diarios, casi el 88% intentó fumar por primera vez hacia los 18 años. El inicio de la conducta de fumar en edades más tempranas se asocia con una mayor dependencia de la nicotina, que puede conducir a una menor probabilidad de dejar de fumar en un futuro. Dado que el cerebro de los adolescentes es particularmente sensible, en comparación con los de los adultos, puesto que no ha completado su maduración, es fundamental prevenir el inicio de esta adicción. El uso dual de SEAN y cigarros de tabaco convencionales es una práctica común entre los adolescentes, la

cual se ha relacionado con conductas de riesgo para la salud, incluida la poca actividad física, malos hábitos alimenticios, el consumo de alcohol y otras drogas, agresiones físicas, violencia e intentos de suicidio. [2]

Tomando como referencia los datos aportados por la revisión bibliográfica, se tuvo conocimiento de las principales sustancias que se encuentran presentes los líquidos de recarga de los vapeadores, además de la Nicotina. Tabla 1

Tabla 1. *Compuestos presentes en los líquidos de recarga de la mayoría de los vapeadores.*

Sustancias comunes en los líquidos de recarga de los vapeadores.	
Sustancia	Efectos en la salud
Nicotina	Sustancia altamente adictiva que afecta negativamente el desarrollo cerebral de los adolescentes.
Propilenglicol	Aditivo en estado líquido, común en los alimentos; también se utiliza para fabricar cosas como anticongelante, disolvente de pintura y humo artificial en máquinas de niebla.
Acroleína	Herbicida utilizado principalmente para matar malezas, puede causar daños pulmonares irreversibles.
Diacetilo	Sustancia orgánica relacionada con una enfermedad pulmonar llamada bronquiolitis obliterante, también conocida como "pulmón de palomitas de maíz".
Etilenglicol	Sustancia orgánica tóxica utilizada en anticongelantes que está relacionada con enfermedades pulmonares.
Benceno	Sustancia orgánica aromática y volátil conocido por ser cancerígeno
Acetaldehído y Formaldehído	Sustancias carcinógenas
Cadmio, Níquel, Estaño, Plomo.	Metales pesados y tóxico presentes en las baterías de los SEAN como Partículas ultrafinas que pueden inhalarse profundamente en los pulmones, causantes de problemas respiratorios y enfermedades.

Fuente: Adaptación de los autores a partir de la revisión bibliográfica.

La nicotina es el principal alcaloide presente en la mayoría de los cigarrillos comerciales y en los cigarros electrónicos o vapeadores; sin embargo, constituye sólo uno de los más de 4000 compuestos hallados en el humo del tabaco. El contenido real de nicotina en el tabaco puede variar de 0.2 a 5.0%, pero en general es de 1 a 2% en los cigarros. Solamente una parte de la nicotina presente en el tabaco es transportada al humo del cigarrillo en forma de aerosol combinada con otros compuestos orgánicos volátiles conocidos como COV, que están asociados directamente con los cigarrillos electrónicos y vapeadores, las cuales deben considerarse debido a su impacto potencial en la población adolescente. Entre las más graves destacan el cáncer oral, pulmonar y sistémico, resultado de mutaciones genéticas provocadas por aldehídos como formaldehído y acetaldehído, metales pesados y radicales libres presentes en los aerosoles. Otra patología de alta relevancia es la bronquiolitis obliterante o "Popcorn Lung", una enfermedad pulmonar irreversible vinculada a la inhalación de diacetilo, un saborizante común en líquidos con sabor "popcorn", que ocasiona inflamación y cicatrización progresiva de los bronquiolos. También se han documentado riesgos cardiovasculares y metabólicos relacionados con la exposición crónica a metales y radicales libres, así como con el uso dual de cigarro convencional y cigarrillos electrónicos, que favorecen inflamación sistémica y disfunción endotelial, además de algunas alteraciones genéticas y celulares. En la cavidad oral, el 90 % de los compuestos tóxicos inhalados se retienen, lo que favorece citotoxicidad en fibroblastos gingivales, alteración del microbioma, inflamación crónica y lesiones premalignas. Finalmente, el uso recurrente de vapeadores incrementa la prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas como asma y EPOC, atribuibles a la inhalación de aldehídos, partículas finas y metales pesados. (Tabla 2)

Tabla 2. Enfermedades más comunes por el uso de los vapeadores.

ENFERMEDADES IDENTIFICADAS POR EL USO DE VAPEADORES	
BRONQUIOLITIS OBLITERANTE (POPCORN LUNG)	Exposición al diacetilo, un saborizante artificial con aroma a mantequilla. Daño: Produce inflamación y obstrucción irreversible de los bronquiolos; se ha documentado como una enfermedad grave y progresiva.
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS CRÓNICAS (ASMA, EPOC)	Aldehídos (formaldehído, acetaldehído, acroleína) Daño: Inflamación crónica de las vías respiratorias.
ENFERMEDADES ORALES (PERIODONTITIS, LESIONES PREMALIGNAS, DAÑO EPITELIAL)	Retención del 90 % de compuestos tóxicos en la boca.
RIESGO CARDIOVASCULAR Y METABÓLICO	El uso dual incrementa significativamente el riesgo de enfermedad cardiovascular y disfunción metabólica. Relación con tóxicos: exposición a metales como plomo, cadmio y níquel
DAÑO GENÉTICO Y RIESGO ONCOGÉNICO	Sabores y exposición: los compuestos químicos liberados (incluyendo los usados para saborizar) favorecen procesos mutagénicos en tejidos vulnerables como cavidad oral y pulmones.

Fuente: Adaptación de los autores a partir de la revisión bibliográfica.

La revisión bibliográfica permitió identificar los efectos que el uso estos dispositivos y los componentes tóxicos en la formulación de los líquidos de recarga y los daños que causan en el organismo de las personas que lo consumen. Debido a que anualmente se evidencia mayor número de patologías esencialmente a nivel pulmonar, por lo que número de muertes ha aumentado a nivel mundial. Fig. 2

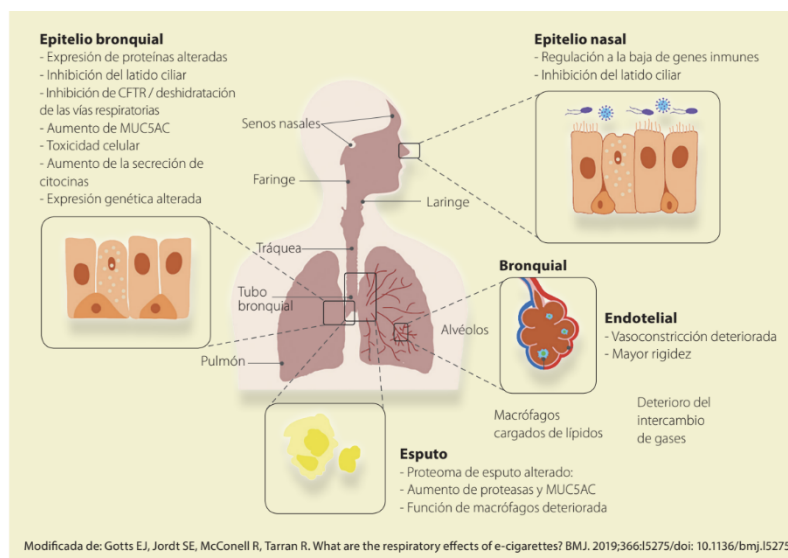


Figura 2. Esquema de los principales mecanismos de daño de los SEAN en la vía aérea.

Fuente: Tomado de Efectos en la salud de los sistemas electrónicos de administración de nicotina SEAN.

Entre las sustancias presentes en los vapeadores o cigarros electrónicos se encuentra principalmente la Nicotina, la cual es considerada por su estructura química un alcaloide. La nicotina es un compuesto químico con la fórmula molecular $C_{10}H_{14}N_2$. Su estructura consiste en dos anillos: un anillo de piridina y un anillo de pirrolidina, unidos por un enlace químico. Además, contiene un grupo metilo ($-CH_3$) unido al átomo de nitrógeno del anillo de pirrolidina. (Fig. 3)

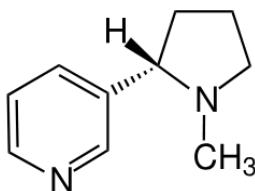


Figura 3. Estructura de la Nicotina.

Con la rápida evolución y masificación de los cigarrillos electrónicos, la población en general desconoce los ingredientes activos de los vaporizadores y cómo se sintetizan los sabores. Debido a esto, su uso descontrolado y excesivo evidencia los daños fisiológicos al área maxilofacial y periodontal. De allí la importancia de investigar cuáles son los aromatizantes que causan un mayor efecto en cuanto a enfermedades periodontales, daños periodontales, pérdida de tejidos y reabsorción ósea. [9]

El uso de cigarrillos electrónicos ha tenido un crecimiento significativo en la última década, siendo promovidos como una alternativa más segura al cigarrillo convencional. No obstante, recientes investigaciones han logrado demostrar el daño que pueden llegar a causar, tanto en el sistema respiratorio, como en el vascular y el óseo. Entre estos efectos, se encontró mayor dilatación de los vasos sanguíneos de los consumidores, con una menor recuperación del flujo de la sangre, mayor riesgo de hipertensión y otras afecciones de la sangre, lo cual se traduce en mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. En cuanto al sistema óseo, se han encontrado retrasos en el cierre de las fracturas en pacientes pediátricos, además de haber encontrado que tanto la nicotina, como los componentes en el líquido de los cigarros electrónicos, disminuyen la cantidad de células óseas sanas y contribuyen a la desmineralización del hueso. En la última década se logró demostrar que el consumo de cigarro electrónico lleva a otros tipos de daños a la salud, además de los ya mencionados, como por ejemplo inmunosupresión a largo plazo, mayor riesgo de infecciones respiratorias, aumento el riesgo de cánceres pulmonares, entre otros más. [10]

Metodología

El interés primordial de este proyecto consistió en recabar información sobre el uso de los vapeadores y cigarros electrónicos en la población adolescente, tomando como población muestra, estudiantes con un promedio de edades entre 15 a 23 años del Nivel Medio Superior y de Universidad. Participando en este estudio ENMS León Centro Histórico; ENMS León San Miguel; ENMS de Guanajuato; División de Ciencias de la Salud Campus San Carlos UG y el Tecnológico Nacional de México Campus de León. Obteniendo a partir de las respuestas a los ítems aplicados información valiosa sobre el uso de los vapeadores o cigarros electrónicos. Los gráficos de las respuestas a los ítems se muestran a continuación. (Fig. 4, 5 y 6) [4,5].

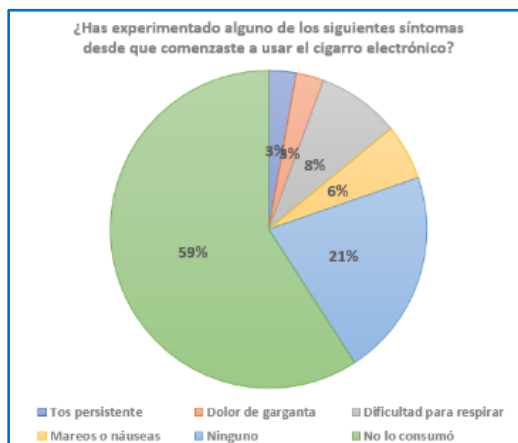
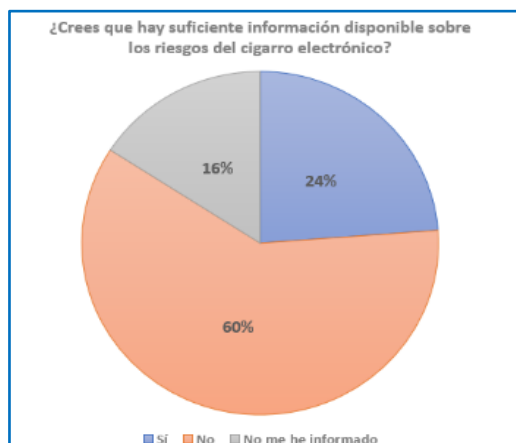
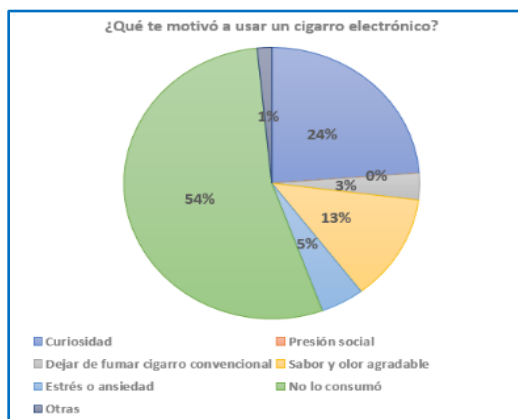
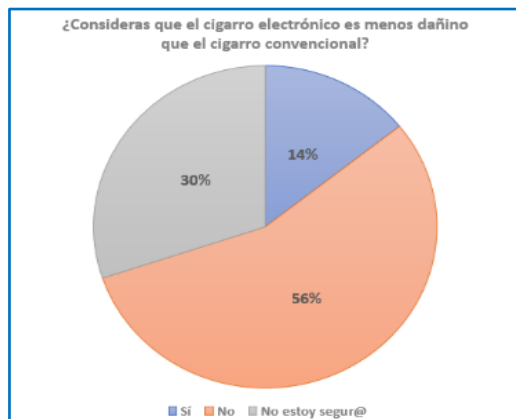
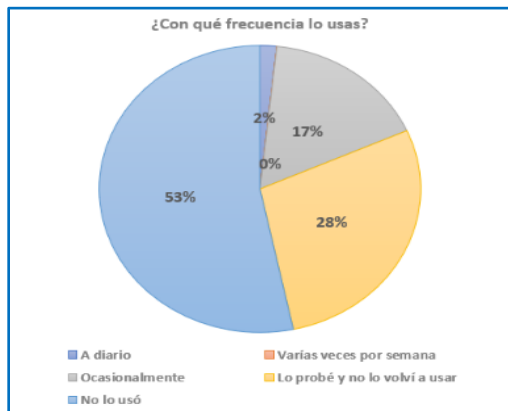
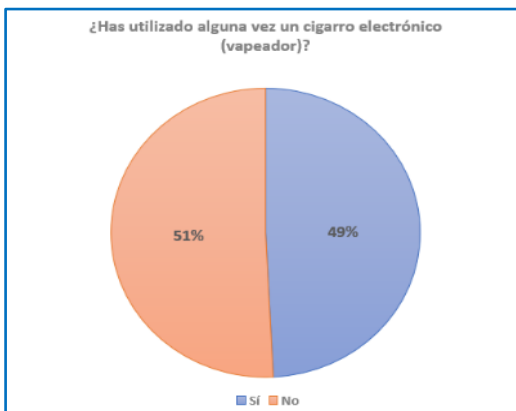


Figura 4. Resultados de la encuesta realizada a la población muestra de estudiantes.

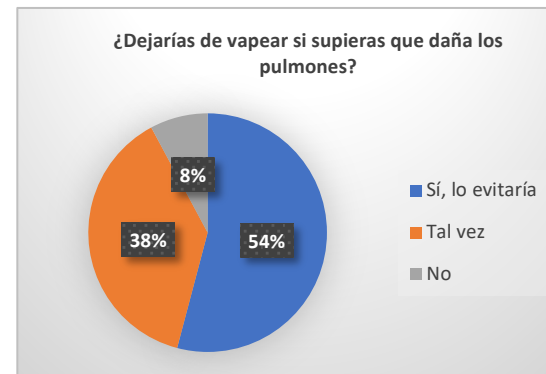
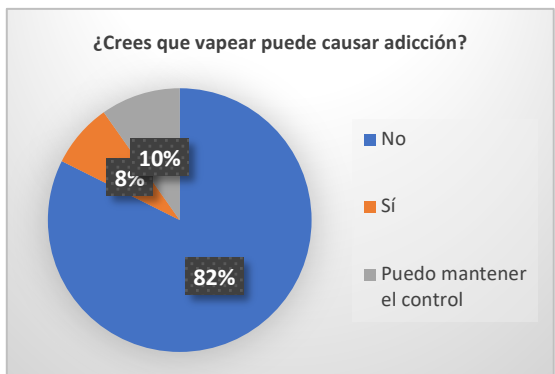
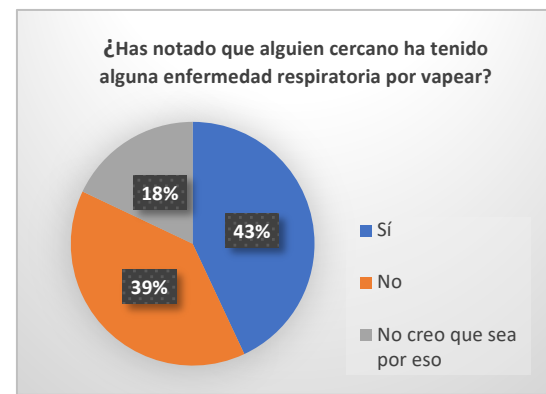
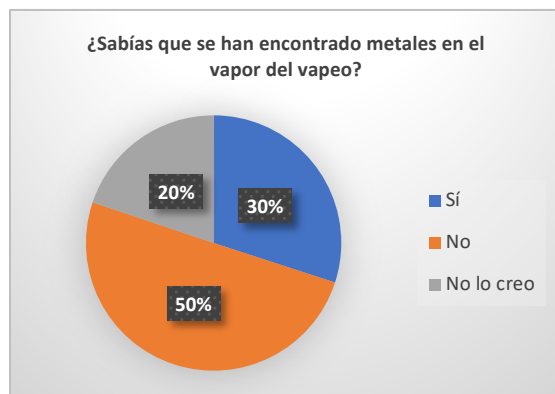
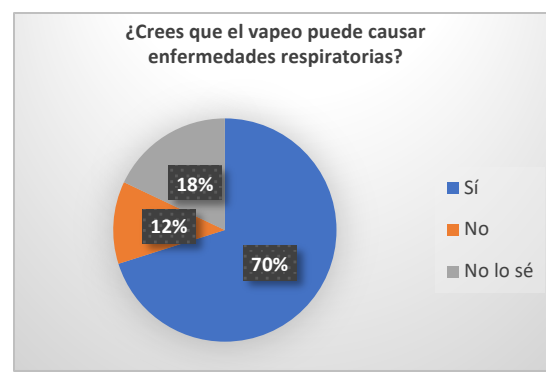
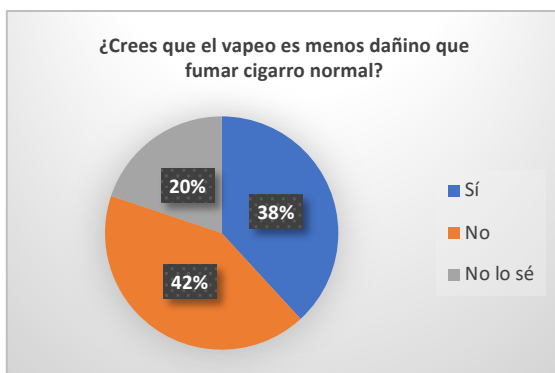
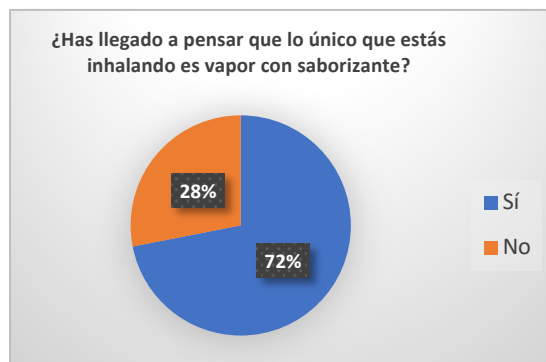
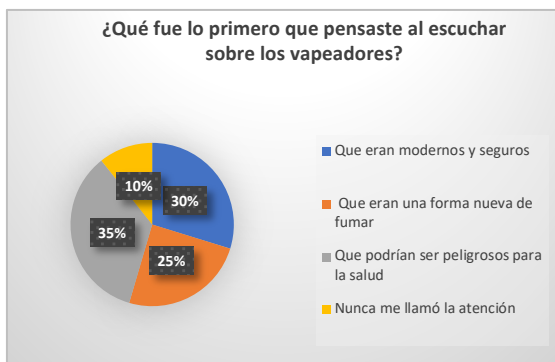


Figura 5. Resultados de la encuesta realizada a la población muestra de estudiantes.

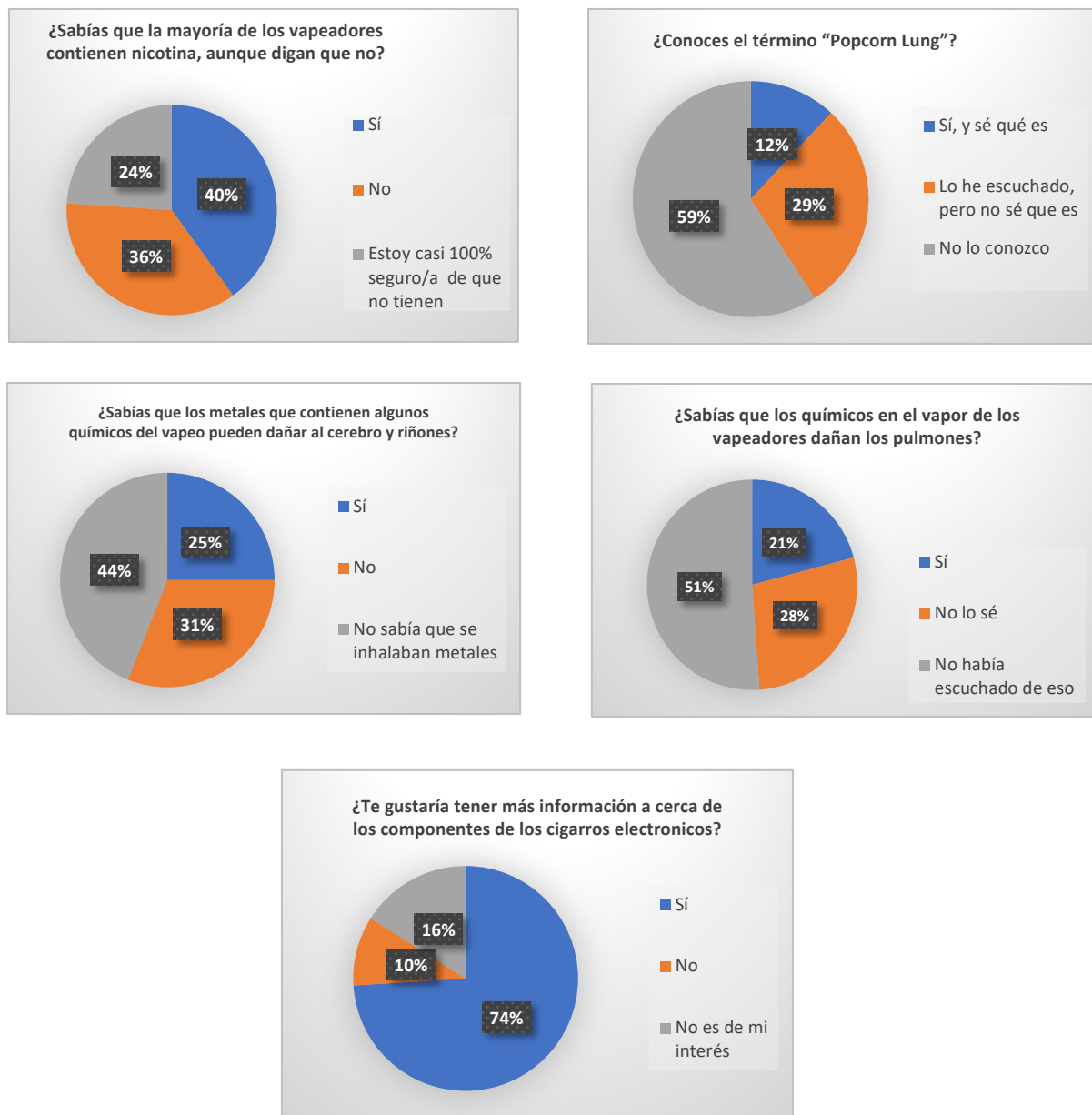


Figura 6. Resultados de la encuesta realizada a la población muestra de estudiantes.

Desarrollo Experimental (Estudio de Muestras Comerciales de Cigarros)

En este proyecto de investigación se pudo realizar un estudio cualitativo y cuantitativo la Nicotina presente en cuatro marcas comerciales, que son consumidas de forma habitual por los estudiantes. Optando por estudiar este tipo de productos por su accesibilidad y bajo precio en comparación con los líquidos de recarga de los vapeadores a los cuales no se tuvo acceso.

Se realizaron diferentes técnicas para el estudio de la Nicotina, dado que esta sustancia se encuentra como uno de los componentes en mayor concentración en las formulaciones de los líquidos de recarga en los vapeadores. Se aplicaron las técnicas basadas en la volumetría, densitometría, cromatografía y espectrofotometría.

Entre estas pruebas una de las más características fue la determinación de la concentración de Nicotina por densitometría. Las curvas de calibración con diferentes diluciones de las extracciones alcohólicas utilizando técnicas de espectrofotometría utilizando la longitud de onda de la región ultravioleta (UV), utilizando una longitud de onda de 320 nm. La determinación del pH de las muestras se realizó con tiras reactivas y la escala comparativa en escala de colores. Se utilizaron las técnicas de cromatografía en papel y en gis para identificar las bandas de nicotina utilizando lámparas UV. [7, 8]

Se realizó un análisis cualitativo de cada una de las muestras, anotando sus características y se determinó la masa de tabaco en cada cigarrillo utilizando una balanza de precisión, realizando pesadas con y sin filtro. Se determinó la cantidad de Nicotina presente en marcas de cigarros comerciales, dado que esta sustancia es la que se encuentra en mayor concentración no solo en los cigarros comunes y en los cigarros electrónicos y vapeadores. No se trabajó con los líquidos de recarga de los cigarros electrónicos. Las muestras de trabajo fueron de 0.5 g de las hojas de tabaco presentes en cada marca de cigarrillos. Se realizó extracción alcohólica utilizando metanol como disolvente y la extracción de nicotina por arrastre de vapor. Por las características de la Nicotina se mantuvo el pH alcalino, utilizando solución al 5% de NaOH en solución saturada de NaCl de acuerdo con la técnica. [7, 8]

Pesado de muestras:

Se realizaron los diferentes pesados de forma exitosa con la única inconveniencia de una variación de ± 0.01 g dada la alta humedad en el ambiente presente ese día. La masa promedio de cada cigarrillo con filtro incluido es de 788.33 mg y en base al promedio de tabaco mencionado en la tabla inferior se puede deducir que cada cigarrillo contiene alrededor de 76.93% de tabaco. Observando que en los cigarros de la marca faros la cantidad de tabaco es mayor con respecto de las otras marcas. Tabla 3

Marca de cigarrillo	Cantidad promedio de tabaco por cigarrillo
Marlboro	0.563 g
Winston	0.590 g
Pall Mall	0.620 g
Faros	0.653 g
Promedio	0.606 g

Tabla 3. Determinación de la masa promedio de tabaco por cigarro en cuatro marcas comerciales.



Figura 7. Extracción alcohólica en medio alcalino de muestra de tabaco de cigarros comerciales.

Extracción alcohólica:

Esta se realizó buscando hacer pruebas cualitativas y cuantitativas. Se realizó mediante metanol un total de dos veces en distintas condiciones. La primera se realizó con una muestra con una masa de 0.5g expuesta al ambiente, mientras que la segunda estuvo a una temperatura constante de 50°C durante 72 horas con ayuda la mufla.

Una vez realizada los papeles filtros resultantes de la filtración junto con los residuos húmedos fueron llevados a la mufla para la realización de un pesado en seco de cada muestra. (Tabla 4)

Marca de cigarrillo	Masa antes de la extracción	Masa después de la extracción	Masa de Nicotina
Marlboro	0.5 g	0.37 g	0.13 g
Winston	0.5 g	0.44 g	0.06 g
Pall Mall	0.5 g	0.44 g	0.06 g
Faros	0.5 g	0.31 g	0.19 g

Tabla 4. Masa de Nicotina extraída por marca de cigarrillo.

Determinación de la Nicotina presente en muestras de tabaco por densitometría

Con ayuda de un picnómetro de 10ml y una balanza de precisión se determinó la densidad del metanol puro. Posteriormente a cada muestra se le determina su densidad relativa de las muestras extraídas en metanol. Densidad del Metanol: 0.789 g/cm^3 Densidad de la Nicotina: 1.01 g/cm^3

Marca de cigarrillo	Masa extraída del cigarrillo	Cantidad de Nicotina por cigarro	Nicotina en mg en cada cigarro
Marlboro	0.550	11.0 %	0.0608 g
Winston	0.170	3.4%	0.0572 g
Pall Mall	0.170	2.2%	0.0376 g
Faros	0.630	12.6%	0.0793 g

Tabla 5. Masa de Nicotina obtenida por densitometría en marcas de comerciales de cigarros.

Cromatografía

Con ayuda de un lápiz y una regla se le colocó una marca de 1cm a 4 gises de similar tamaño, para después ser colocados en el medio de cajas de Petri, en las que posteriormente se vació cada una de las extracciones, dejando que estas eluyan por alrededor de 15 minutos. Una vez transcurrió el tiempo las muestras se sometieron a luz UV permitiendo observar la presencia de nicotina en estas. Este proceso se realizó nuevamente, pero esta vez con papel filtro en lugar de usar gises y placas de Petri se utilizó papel filtro y un vaso de precipitado fluyendo de una forma más rápida. (Fig. 8)



Figura 8. Cromatografía en gis y papel filtro.

Determinación de la Concentración de Nicotina por Espectrofotometría (UV 320-360 nm)

Previo al uso del espectrofotómetro este se dejó calentar por alrededor de media hora para su uso. Se prepararon diluciones de cada una de las muestras en diferentes de 0.5ml, 1ml, 1.5ml, 2ml y 2.5ml respectivamente. El equipo se calibra con agua destilada como blanco, y se toman las lecturas en la escala de absorbancia para cada una de las diluciones de cada marca de cigarro analizada. En el caso de la primera muestra se ajustó a una longitud de onda de 320nm, pero esto nos dio una curva de calibración algo mal proporcionada ya que se llegó al límite de absorbancia para las muestras, por lo que después de esto se cambió a 360nm y se logró apreciar las demás muestras con claridad. (Fig. 9)

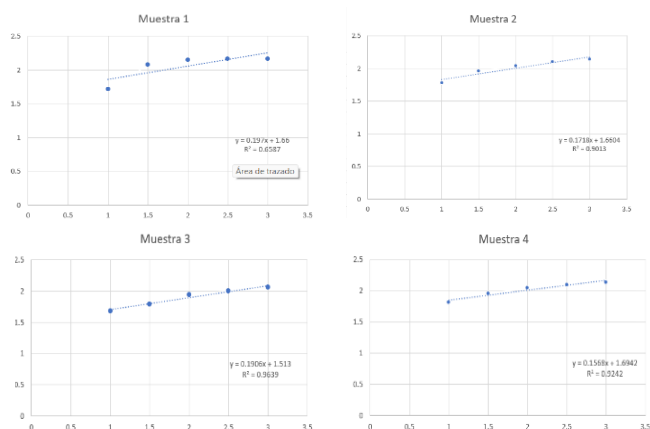


Figura 9. Curvas de calibración en base a la absorbancia de cada una de las marcas de cigarro.

Extracción de nicotina por arrastre de vapor

Se realizó una extracción de Nicotina por arrastre de vapor en medio alcalino, utilizando una disolución al 0.1 M de NaOH. La cantidad obtenida de Nicotina fue de unas cuantas gotas, pero se pudo detectar su presencia por el fenómeno de fluorescencia de las muestras. (Fig. 10)

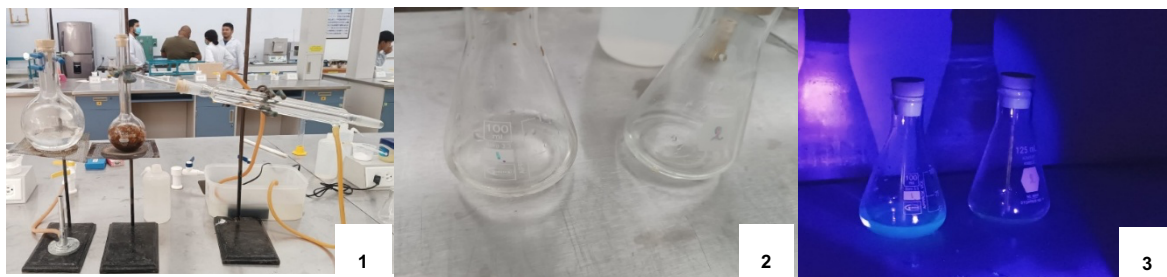


Figura 10. Equipo de arrastre de vapor (1), muestras del extracto obtenido (2) y muestras observadas con lámpara UV (3).

Se tomaron muestras del extracto acuoso del matraz de muestra donde el color ámbar era intenso y se realizaron diluciones de concentraciones diferentes. Se realizaron diferentes disoluciones del residuo en diferentes proporciones tomando 0.5ml, 1ml, 1.5ml, 2ml y 2.5ml y llevando cada una a 10 ml, observando en cada una de ellas el fenómeno de fluorescencia que permitía comprobar la presencia de Nicotina. (Fig. 11)



Figura 11. Determinación de presencia de Nicotina en el residuo de la extracción por arrastre de vapor. Con luz natural y con lámpara de UV, en cámara oscura.

Resultados y Discusiones

Los resultados de la encuesta realizada a 382 jóvenes de entre 15 y 23 años, estudiantes de Nivel Medio Superior en las ENMS de Guanajuato y ENMS de León Centro Histórico y ENMS León San Miguel; División de Ciencias de la Salud, Campus San Carlos y en el Tecnológico Nacional de México Campus León, de los cuales de los cuales 58% eran del sexo femenino y 38% del sexo masculino y un 4% que prefirieron no dar esta información. con un rango de edades de 15 a 17 años (35%); 18 a 20 años (45%) y 21 a 23 años. (20%). Obteniendo información muy importante sobre los hábitos de consumo y desconocimiento entre la población adolescente de los COV que inhalan en los SEAN.

Los datos obtenidos de en esta encuesta revelan un amplio desconocimiento sobre los riesgos reales del uso de cigarrillos electrónicos, a pesar de que gran parte de los encuestados reconoce que este hábito puede afectar la salud. Un 60.2 % de los participantes cree que al vapear únicamente inhala vapor con saborizante, desconociendo que los líquidos de vapeo pueden contener hasta 2,000 compuestos químicos, entre ellos aldehídos como formaldehído y acetaldehído, metales pesados (plomo, cadmio, níquel) y saborizantes como palomitas de maíz (diacetilo), asociado con bronquiolitis obliterante ("Popcorn Lung"). Además, más de la mitad de los encuestados desconoce que estos compuestos dañan órganos vitales como pulmones, cerebro y riñones, lo que coincide con la percepción errónea documentada en estudios internacionales sobre la supuesta "seguridad" del vapeo.

Si bien un 70% % reconoce que el vapeo puede causar enfermedades respiratorias y un 69.0 % acepta que puede afectar la salud a largo plazo, persisten creencias equivocadas: un 38 % considera que vapear es menos dañino que fumar cigarro convencional y un 82 % cree que el vapeo no genera adicción, ignorando que incluso dispositivos que se anuncian como "sin nicotina" pueden contener esta sustancia en dosis suficientes para inducir dependencia.

La relación entre estos resultados y la evidencia científica es directa. Los artículos analizados demuestran que los cigarrillos electrónicos pueden inducir inflamación crónica en vías respiratorias, alteraciones genéticas, estrés oxidativo y daño epitelial, así como riesgos de cáncer oral, pulmonar y sistémico. Además, sabores como "popcorn" y frutales, populares entre adolescentes, no solo atraen a este grupo, sino que incrementan la exposición a compuestos tóxicos como diacetilo y aldehídos.

A pesar de este panorama, los resultados muestran una oportunidad para la prevención: un 64 % de los encuestados dejaría de vapear si supiera que daña los pulmones y un 74 % manifestó interés en recibir información sobre los componentes y riesgos del vapeo. Esto refuerza la necesidad de estrategias educativas, campañas dirigidas y talleres en instituciones educativas, que traduzcan la evidencia científica en mensajes claros y accesibles para los adolescentes.

En este proyecto se demuestra que el uso de vapeadores esta significativamente asociado con algunos factores como: salud, grupos sociales, ansiedad, tiempo, dinero, entre otros. Estos factores han sido manifestados por la comunidad estudiantil como relevantes al momento de consumir vapeadores. Se muestra también una prevalencia significativa del uso de vapeadores entre la comunidad. Sin embargo, se hace notorios varios aspectos como es querer tener un conocimiento de estos en cuanto a ventajas y/o consecuencias del consumo de vapeadores, una necesidad de más información relacionada al uso de cigarrillos electrónicos es notoria la respuesta de la comunidad estudiantil para recibir más información al respecto. Además, también se muestra que las conductas que se toman con relación a los consumidores y no consumidores y los factores mencionados anteriormente influyen en el consumo de cada individuo, tales como: dinero invertido para comprar estos productos, tiempo y cantidad de uso, las causas y en algunos casos las consecuencias que este presenta.

Los datos obtenidos por medio del presente estudio abren la posibilidad a nuevas investigaciones, un nuevo conocimiento y la generación de una postura propia por la información mostrada. Se muestra que existe una prevalencia del uso de vapeadores considerablemente baja, con un 39% de los 382 de la comunidad encuestada que ha probado vapeadores y un 61% que no ha probado los vapeadores. El uso de los vapeadores es más relevante entre la comunidad de entre 15 y 21 años. Este hallazgo es consistente con estudios previos que sugieren que las personas de esta edad son más susceptibles a probar nuevas tendencias y productos, como los vapeadores, debido a factores como la curiosidad, la influencia de los compañeros y la percepción de menor riesgo en comparación con el tabaco tradicional. Aunque un 35% de los estudiantes encuestados ha probado vapeadores, solo un 20% los usa regularmente, indicando que, si bien existe una exposición significativa, la mayoría de los estudiantes no mantiene un uso constante.

La curiosidad y la reducción de estrés y ansiedad son las principales razones para comenzar a usar vapeadores. Esto sugiere que la comunidad debe enfocarse en desarrollar alternativas saludables para la gestión del estrés e informarse sobre los riesgos asociados con el uso de los vapeadores. La influencia de la presión social y la percepción de que los vapeadores son una herramienta para dejar de fumar también son factores importantes para considerar. Un número significativo de los estudiantes encuestados ha reportado efectos negativos en su salud desde que comenzaron a utilizar los vapeadores, mientras que solo unos pocos mencionan que han tenido efectos positivos. Los problemas de salud reportados incluyen problemas respiratorios.

Los sabores atractivos y artificiales, como popcorn, crema, frutas, canela, mentol y caramelo, están relacionados con una mayor concentración de sustancias tóxicas en los aerosoles generados por los cigarrillos electrónicos. Estos sabores no son solo aditivos sensoriales, sino que al descomponerse térmicamente generan aldehídos, radicales libres, metales, que causan: Daño directo a tejidos respiratorios y orales; alteración de la respuesta inmunológica; estrés oxidativo persistente y lesiones celulares que pueden volverse irreversibles o malignas. La mayoría de los estudiantes encuestados desconocen los daños que causa la inhalación de estos aerosoles en la salud de los consumidores activos y pasivos.

Por otra parte, los experimentos realizados en el laboratorio permitieron además de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula en Estequiometría y Química Orgánica, en el estudio de la Nicotina, que permitió conocer sus propiedades físicas y químicas e incluso su carácter luminiscente. Los datos obtenidos en el análisis de las cuatro muestras de cigarrillos comerciales utilizadas en el estudio permiten comprobar que las etiquetas en este tipo de productos no siempre dicen la verdad, ya que el contenido de Nicotina determinado fue en la mayoría superior al mencionado en las etiquetas.

Se considero pertinente el estudio en los cigarrillos, ya que en algunos casos se considera que los vapeadores son una alternativa para dejar de fumar porque los niveles de nicotina que contienen son menores a los que se inhalan en un cigarrillo normal. Sin embargo, en la mayoría de los líquidos de recarga de los vapeadores además de la presencia de nicotina, se encuentran presentes más sustancias, conocidas como compuestos orgánicos volátiles (COV), que no aparecen en las etiquetas.

La nicotina, es un alcaloide estimulante que se puede encontrar en la planta del tabaco, es altamente adictiva y algunas pruebas de acuerdo con la revisión bibliográfica, sugieren que los menores que nunca han fumado y usan SEAN pueden duplicar sus posibilidades de comenzar a fumar cigarrillos de tabaco más adelante. El consumo de nicotina en niños y adolescentes causa efectos perjudiciales para el desarrollo del cerebro y puede generar trastornos de aprendizaje y ansiedad a largo plazo.

La nicotina presente en los cigarrillos electrónicos crea una fuerte dependencia del producto. De tal modo, un no fumador (de cigarrillo convencional) que usa SEAN puede volverse adicto a esta sustancia y tener dificultades para dejar de usar este dispositivo o volverse dependiente de los productos de tabaco convencionales.

Sin lugar a duda, el tabaquismo continúa siendo la principal causa de enfermedad, discapacidad y muerte prematura a nivel mundial. Sin embargo, el advenimiento de los nuevos sistemas electrónicos de administración de nicotina (SEAN), entre los que destaca el cigarrillo electrónico, ha tenido un crecimiento explosivo y en algunos países ha desplazado a los cigarrillos de tabaco, especialmente entre los jóvenes que se sienten atraídos por sus llamativos sabores y por el despliegue de tecnología que se utiliza en su diseño y funcionamiento.

Los sistemas electrónicos de administración de nicotina (SEAN), de los cuales el cigarrillo electrónico es el prototipo más común, son dispositivos que no queman ni utilizan hojas de tabaco, sino que liberan un aerosol, que es el resultado del calentamiento de una solución constituida por propilenglicol, etilenglicol, glicerol, saborizantes y otros aditivos, la cual puede o no tener nicotina en concentraciones que van de 0 a 36 mg/ml.

Sin embargo, la nicotina está lejos de ser la única sustancia nociva que un consumidor podría estar inhalando en el consumo de cigarrillos o la utilización de vapeadores. Se ha observado que el sobrecalentamiento de un líquido electrónico podría causar "degradación térmica", un proceso donde los ingredientes comienzan a descomponerse. En algunos casos, esto puede crear químicos tóxicos como el formaldehído, un agente cancerígeno.

El aerosol de los cigarrillos electrónicos también puede mezclarse con metales dañinos que causan problemas de salud pulmonar y neurológica. El líquido que se encuentra en el dispositivo y que inhalaba el consumidor tiene niveles notablemente más altos de metal. Lo que sugiere, que el elemento calefactor del dispositivo podría estar introduciendo sustancias metálicas tóxicas como cromo, níquel y plomo en el líquido.

Conclusiones

Este estudio revela que la comunidad estudiantil recurre al uso de vapeadores principalmente por motivos de curiosidad, para aliviar la ansiedad y el estrés, así como por placer, moda o tendencia. Esta información invita a reflexionar sobre si es necesario desarrollar un plan de adicciones relacionado al uso de vapeadores. Aunque los vapeadores surgieron como una alternativa al tabaco, la falta de información de su uso acerca de los efectos a largo plazo hace crucial considerar su regulación en espacios compartidos dentro de las instalaciones, además de evaluar cuidadosamente los posibles riesgos para la salud pública y el medio ambiente. Según los comentarios generales proporcionados por la comunidad, la encuesta indica que hay preocupaciones importantes sobre la normalización del consumo de vapeadores, incluyendo la exposición a las sustancias químicas que afectan tanto a quienes los utilizan como a aquellos que se encuentran en su entorno. Es esencial que la comunidad asuma un compromiso con la protección de la salud y el bienestar colectivo, promoviendo entornos libres de humo y vapeo, así como implementando acciones para manejar su estrés y la ansiedad. Estos elementos son clave para crear un ambiente educativo saludable que contribuya a reducir las consecuencias para la salud de la comunidad a largo plazo.

Mencionar las enfermedades que se pueden presentar en la población adolescente, permite alertar a la población sobre los riesgos de la utilización de los vapeadores o cigarros electrónicos, ya que, en base a la encuesta aplicada, existe un desconocimiento considerable entre los adolescentes sobre la presencia de estas sustancias y los daños asociados. Esta información es indispensable para resaltar que el vapeo no es una alternativa inocua, sino un hábito que expone a la población joven a riesgos crónicos e irreversibles, lo que refuerza la urgencia de implementar estrategias de educación y prevención en salud. Esto refleja una conciencia creciente sobre los riesgos potenciales del vapeo y un control de su uso en entornos educativos, dada la falta de regulación y control riesgos desconocidos a largo plazo. Influencia negativa en la salud mental y física y la poca o inexistente información sobre los componentes químicos COV.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de campañas educativas que informen a los estudiantes sobre los riesgos para la salud asociados con el vapeo, incluyendo la adicción y otros efectos adversos. La mayoría de los encuestados no recomendaría el uso de vapeadores a otras personas y creen que debería haber regulaciones más estrictas en las áreas escolares. Además de un mayor control en el etiquetado de los líquidos de recarga de los vapeadores donde se pueda conocer los componentes y las advertencias de daños a la salud.

Bibliografía/Referencias

- [1] Ponciano-Rodríguez G., & Chávez Castillo C. (2020). Efectos en la salud de los sistemas electrónicos de administración de nicotina (SEAN). *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 63(6).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422020000600007
- [2] Redolat Iborra R., Carrasco Pozo, C., & Simón Pérez, V. (1994). Efectos cognitivos de la Nicotina y el Tabaco en sujetos humanos. *Psicothema*, 1994. 6(1), 5-20. ISSN 0214-9915 CODEN PSOTEG <https://www.psicothema.com/pdf/898.pdf>
- [3] Accinelli, R., Lamb, J. & Tafur, B. K. (2020). El cigarrillo electrónico: un problema de salud pública emergente. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*, 37(1), 122-28.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342020000100122
- [4] Molero Chamizo, A., & Muñoz Negro, J. E. (2005). Psicofarmacología de la nicotina y conducta adictiva. *Trastornos Adictivos*, 7(3), 137-152. Departamento de Psicología Experimental y Fisiología del Comportamiento. Universidad de Granada. Granada. España.
<https://www.elsevier.es/es-revista-trastornos-adictivos-182-articulo-psicofarmacologia-nicotina-conducta-adictiva-13081230>
- [5] Ayala Mejía, N., Maciel Fonseca, V., Murillo Marmolejo, A., Peña Lemus, H., Rangel Vázquez, J., Rivera Vázquez, V., Segoviano Vargas, J. & Nájera Lara, M. Análisis estadístico del uso de los cigarros electrónicos (Vapeadores) en la comunidad estudiantil de la Universidad de Guanajuato. 28, Verano de la Ciencia XXIX, ISSN 2395-9797.
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

- [6] Cortés Pérez, E., Maldonado Rangel, L., Murrieta Hernández, N., Rodríguez Caudillo, J., Zavala Aguilera, M., Menchaca Rodríguez, R. Consumo del cigarro electrónico en adolescentes y sus consecuencias. 21, XXVIII Verano de la Ciencia, ISSN 2395-9797 www.jovenesenlaciencia.ugto.mx
- [7] Bello S. S. (2020). Daño pulmonar asociado al uso de cigarrillos electrónicos-vapeadores. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 36, 115-121.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482020000200115
- [8] Estrada, J., & Pumachagua, R. (2007). Determinación de nicotina en cigarrillos aplicando la técnica de la segunda derivada. *Rev Soc Quím Perú.*, 73(2), 94-103.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000200004
- [9] Parimoo Policroni, I., & Pérez Llanos, C. (2025). Vaper saborizado. Los daños periodontales de los químicos en los E-Líquidos: español. *Rev. Conflu* [Internet], 8.
<https://revistas.udd.cl/index.php/confluencia/article/view/1366>
- [10] Añez Valbuena, T. A., & Santoyo Orozco, J. G. (2024). Complicaciones extrapulmonares asociadas al consumo de cigarro electrónico. *Milenaria, Ciencia y Arte*, (24), 41–44.
<https://doi.org/10.35830/mcya.vi24.537>