

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



TRABAJO DE GRADUACIÓN:
**CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD
MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN LABORATORIO CLÍNICO

PRESENTADO POR:
ALFARO DE HUEZO, CRISTINA PATRICIA
CRUZ RODRÍGUEZ, NADYA MAYINA
GONZÁLEZ DE PARADA, REINA IDALIA

ASESORA:
MAESTRA OLGA YANETT GIRÓN MÁRQUEZ

DICIEMBRE 2020
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

AUTORIDADES
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
RECTOR

PHD. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ
VICE-RECTOR ACADÉMICO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

MSC. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL
SECRETARIO GENERAL

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN
FISCAL GENERAL

AUTORIDADES
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ
DECANO

MAESTRO OSCAR VILLALOVO
VICE-DECANO

MSC. ISRAEL LÓPEZ MIRANDA
SECRETARIO INTERINO

MAESTRO JORGE PASTOR FUENTES CABRERA
DIRECTOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

AUTORIDADES
DEPARTAMENTO DE MEDICINA

MSC. ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA

MSC. ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES
COORDINADORA EN FUNCIONES DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN
LABORATORIO CLÍNICO

MAESTRA KAREN RUTH AYALA DE ALFARO
COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DE LA
CARRERA DE LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO

ASESORES:

MAESTRA OLGA YANETT GIRÓN MÁRQUEZ
ASESOR METODOLÓGICO

MAESTRA OLGA YANETT GIRÓN MÁRQUEZ
DOCENTE ASESOR

TRIBUNAL CALIFICADOR:

MAESTRA OLGA YANETT GIRÓN MÁRQUEZ
DOCENTE ASESOR

MAESTRO CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO
**DOCENTE DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN LABORATORIO
CLÍNICO**

LICENCIADO ROBERTO CARLOS GARAY GARCÍA
**DOCENTE DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN LABORATORIO
CLÍNICO**

AGRADECIMIENTOS:

A Dios Todo Poderoso, por ayudarnos a alcanzar la meta propuesta con mucho esfuerzo, sacrificio y dedicación.

A la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental; nuestra Alma Mater, porque ha sido nuestra formadora y nuestra fuente del saber.

A la Licda. Olga Yanett Girón Márquez, por su orientación y paciencia en la realización de esta investigación que ha dado frutos finalmente.

A nuestros compañeros estudiantes, por colaborarnos en la ejecución de nuestro tema compartiendo información valiosa.

A los docentes que nos colaboraron con la ejecución de nuestra investigación. A las demás personas, agricultores, médicos, laboratoristas, ya que sin su colaboración difícilmente hubiésemos podido comprobar nuestra tesis.

Cristina, Nadya y Reina.

DEDICATORIA:

Agradezco principalmente a Dios, por haberme permitido terminar mis estudios académicos.

A mis padres, María Candelaria Guardado y Francisco Neris Alfaro por su apoyo incondicional, emocional y económico.

A mi esposo Jymy Hendryks Huezo Mejía, por estar presente en cada momento e impulsarme a no decaer y lograr mis objetivos.

A mis hijos Nahomy Jissel, Jymi Hendryks y Christopher Caleb por los momentos sacrificados en nuestra vida como familia que requirió el cumplimiento de mi preparación académica; gracias por entender el significado del sacrificio, gracias por siempre estar presente a mi lado y nunca juzgarme.

A Carlos Huezo, por todas sus atenciones y ayudarme siempre que lo necesitaba.

A una persona especial Ángela Huezo Benavides por sus consejos y motivarme, que si se pueden lograr metas propuestas.

A mis hermanos y primos, especialmente Reina Maribel Cruz por su generosidad.

A Erlin Guevara, por sus consejos y por siempre confiar en mi potencial.

A mis mejores amigas y compañeras Miriam Sigarán y Beatriz Alejo, Nadya Cruz, por estar conmigo y motivarme a continuar.

A Carlos Mauricio Yáñez, por su apoyo y sus consejos.

A mis compañeras de tesis, Nadya y Reina por su apoyo y comprensión.

CRISTINA

DEDICATORIA:

A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo...porque cuando creí ya no poder más, me dieron fuerza para seguir, motivación para no dejar de creer e inspiración para seguir porque hay más por descubrir.

A mis padres Osmín Cruz y Evelyn Rodríguez, porque nunca permitieron que desistiera, nunca permitieron que me desviara y siempre me inculcaron a seguir hacia adelante por el buen camino, aunque fuera difícil; siempre han sido mi palanca.

A mi hermano mayor, por su apoyo incondicional, por su motivación continua y sobre todo por darme siempre el buen ejemplo.

A mis compañeras de tesis, por su dedicación, comprensión y paciencia en los momentos difíciles de la investigación.

NADYA

DEDICATORIA:

Al Padre-Madre eterno todopoderoso por ser mi luz y guía en este camino, darme bendiciones cada día y apartarme del mal, para poder así culminar con éxito uno de mis más grandes sueños.

A mis padres Rosa Cándida García, por ser esa persona importante en mi vida que me ha enseñado como superar las adversidades y fomentar en mí el deseo de superación y José Manuel González (QDDG) por su amor de padre.

A mi esposo José Arcides Parada por ser mi apoyo incondicional, darme ánimos día a día para poder superarme y salir adelante.

A mis hijos Gabriel Antonio y Rocío Valentina por ser ellos esa fuerza que me ayudaban a no rendirme para lograr mi objetivo.

A mis hermanas y hermanos Lisseth, Marisol, Rosa del Carmen, Maritza, José, Amílcar por ayudarme y en especial a mi hermana gemela Reina María que ha sido mi gran apoyo en todo momento y la que me ha motivado a seguir a pesar de las dificultades.

A mi sobrina Karen Vanessa por su ayuda y comprensión.

A mis compañeras de tesis Cristina Alfaro y Nadya Cruz por su amistad y apoyo durante esta investigación.

REINA

**CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD
MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

ÍNDICE

RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3. MARCO TEÓRICO.	22
4. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE.	42
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	45
6. PROCESAMIENTO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
7. REFLEXIONES FINALES.	65
8. PROPUESTA.....	66
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORES DE REFERENCIA ADMISIBLES Y DE EMERGENCIA PARA EL MONÓXIDO DE CARBONO.	30
TABLA 2. SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN POR MONÓXIDO DE CARBONO.	37
TABLA 3. MONÓXIDO DE CARBONO AMBIENTAL, FORMACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA.	35
TABLA 4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, INSTRUMENTOS Y FUENTES INFORMANTES.....	46
TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS DE LA INVESTIGACIÓN.	48
TABLA 6. DOCUMENTOS TEÓRICOS QUE EVIDENCIAN LOS EFECTOS A LA SALUD A CAUSA DE FUENTES DE CO.	49
TABLA 7. INFORMACIÓN RECOPIADA POR OBSERVACIÓN	51
TABLA 8. INFORMACIÓN RECOPIADA EN LA ENTREVISTA AL INSPECTOR DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.	52
TABLA 9. INFORMACIÓN RECOLECTADA DEL AGRICULTOR.	53
TABLA 10. INFORMACIÓN RECOPIADA DE ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.	54
TABLA 11. FICHA DE REGISTRO DE MEDICIONES DE CO AMBIENTAL DE LA FMO.....	55
TABLA 12. INFORMACIÓN RECOPIADA DE TRES DOCENTES DE LA FMO.....	56
TABLA 13. INFORMACIÓN RECOPIADA EN CÉDULA DE ENTREVISTA QUE SE REALIZÓ A MÉDICO GENERAL.	58
TABLA 14. INFORMACIÓN RECOPIADA EN CÉDULA DE ENTREVISTA QUE SE REALIZÓ A MÉDICO NEUMÓLOGO.	59
TABLA 15. INFORMACIÓN RECOPIADA DE TRES PROFESIONALES EN LABORATORIO CLÍNICO DEL ÁREA PRIVADA.....	60
TABLA 16. INFORMACIÓN RECOPIADA DE CUATRO PROFESIONALES EN LABORATORIO CLÍNICO DEL ÁREA PÚBLICA.....	62
TABLA 17. INFORMACIÓN RECOPIADA EN CÉDULA DE ENTREVISTA QUE SE REALIZÓ A LICENCIADO EN ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA.	63
TABLA 18. INFORMACIÓN RECOPIADA EN CÉDULA DE ENTREVISTA QUE SE REALIZÓ A ESTUDIANTES DE LA FMO.	64
TABLA 19. CALIDAD DEL AIRE RESPIRABLE SEGÚN EL ÍNDICE CENTROAMERICANO DE CALIDAD DEL AIRE.....	74

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMÁGEN 1. CONTAMINANTES DEL AIRE PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.....	75
IMÁGEN 2. CONTAMINACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO.	76
IMÁGEN 3. ESTRUCTURA DE LA HEMOGLOBINA	80
IMÁGEN 4. HEMOGLOBINA Y SU ESTRUCTURA QUÍMICA	81
IMÁGEN 5. METABOLISMO DE LA HEMOGLOBINA	82
IMÁGEN 6. HEMOGLOBINA TENSA Y RELAJADA	83
IMÁGEN 7. FISIOPATOLOGÍA DE LA TOXICIDAD.....	84
POR MONÓXIDO DE CARBONO	

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NO. 1 ÍNDICE CENTROAMERICANO DE LA CALIDAD DEL AIRE	74
ANEXO NO. 2 CONTAMINANTES DEL AIRE	74
ANEXO NO. 3 CONTAMINACIÓN VEHICULAR	75
ANEXO NO. 4 MONÓXIDO DE CARBONO	76
ANEXO NO. 5 ESTRUCTURA DEL MONÓXIDO DE CARBONO	77
ANEXO NO. 6 LA COMBUSTIÓN VEHICULAR	78
ANEXO NO. 7 ESTRUCTURA DE LA HEMOGLOBINA	79
ANEXO NO. 8 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA HEMOGLOBINA	80
ANEXO NO. 9 METABOLISMO DE LA HEMOGLOBINA	81
ANEXO NO. 10 OXIHEMOGLOBINA Y DESOXIHEMOGLOBINA	82
ANEXO NO. 11 FISIOPATOLOGÍA DE LA INTOXICACIÓN POR MONÓXIDO DE CARBONO	83
ANEXO NO. 12 LA ENTREVISTA	84
ANEXO NO. 13 GUÍA DE OBSERVACIÓN	97
ANEXO NO. 14 FICHA DE REGISTRO	99
ANEXO NO. 15 TÉCNICA DE VENOPUNCIÓN	101
ANEXO NO. 16 CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA CUANTIFICADA	104
ANEXO NO. 17 PRUEBA DE LA KATAYAMA	106
ANEXO NO. 18 OXIMETRÍA DE PULSO	107
ANEXO NO. 19 MEDICIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO AMBIENTAL	109
ANEXO NO. 20 TRIANGULACIÓN DE LAS VARIABLES	110
ANEXO NO. 21 AFICHE PROPUESTO PARA CREAR INTERÉS PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA	114
ANEXO NO. 22 ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.	115
ANEXO NO. 23 LISTADO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	116
ANEXO NO. 24 GLOSARIO	116

RESUMEN

El monóxido de carbono es un gas tóxico, inodoro e incoloro, al inhalarse difunde rápidamente para combinarse con la hemoglobina afectando el transporte de oxígeno. La carboxihemoglobina que se forma, puede generar efectos adversos en la persona especialmente cardiovasculares y neurológicos. El **objetivo** de la investigación es valorar la importancia de la determinación de carboxihemoglobina sérica en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. **Metodología:** Estudio cualitativo, documental, de campo y descriptivo. Se realizó una guía de observación para indagar la presencia de contaminación, cédulas de entrevista a médico general, médico neumólogo, licenciados en laboratorio clínico del área pública y privada, licenciado en Anestesiología e Inhaloterapia, inspector del MAG y agricultor, docentes y estudiantes. Se tomaron mediciones ambientales con el medidor de Monóxido de carbono AS8700A. **Resultado de la investigación,** se encontraron fuentes de contaminación alrededor de la facultad, que son fuentes de CO ambiental; al realizar mediciones ambientales de monóxido de carbono se detectaron niveles moderados en ciertos puntos, en la entrevista realizada a los docentes identificaron que los alumnos presentan alteraciones cognitivas como somnolencia, apatía y cansancio; los estudiantes expresan sintomatología relacionada con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica: dolor de cabeza, cansancio extremo, somnolencia, mareos y dificultad para respirar. **Conclusión,** la población estudiantil sí está expuesta al monóxido de carbono ambiental, al estar en concentraciones moderadas puede alterar los niveles de carboxihemoglobina sérica y generar problemas cognitivos y neurológicos que afectan el desarrollo académico, de acuerdo a la sintomatología encontrada y a los efectos que ocasiona en el proceso de aprendizaje se considera la necesidad de realizar la prueba de carboxihemoglobina sérica en la población en estudio.

Palabras clave: monóxido de carbono, carboxihemoglobina, contaminación.

ABSTRACT.

Carbon monoxide is a toxic, odorless and colorless gas, when is inhaled it diffuses rapidly to combine with hemoglobin, affecting oxygen transport. The carboxyhemoglobin that is formed, can generate adverse effects in the person, especially cardiovascular and neurological. The **objective** of the investigation is to assess the importance of the determination of serum carboxyhemoglobin in the students of the Oriental Multidisciplinary Faculty, El Salvador University. **Methodology:** Qualitative, documentary, descriptive and field study. An observation guide was made to investigate the presence of contamination, interview cards for a general doctor, a pneumologist, medical laboratory technicians graduates from the public and private area, an anesthesiology and an inhalotherapy graduate, MAG inspector and farmer, teachers and students. Environmental measurements were taken with the AS8700A Carbon Monoxide meter. **Result of the investigation,** sources of contamination were found around the faculty, which are sources of environmental CO; when carrying out environmental measurements of carbon monoxide, moderate levels were detected at certain points. In the interview with the teachers, they identified that the students present cognitive alterations such as drowsiness, apathy and fatigue; students express symptoms related to high concentrations of serum carboxyhemoglobin: headache, extreme tiredness, drowsiness, dizziness, and shortness of breath. **Conclusion,** the student population is exposed to environmental carbon monoxide, being in moderate concentrations can alter serum carboxyhemoglobin levels and generate cognitive and neurological problems that affect academic development, according to the symptoms found and the effects it causes in the learning process considers the need to perform the serum carboxyhemoglobin test in the study population.

Key words: carbon monoxide, carboxyhemoglobin, contamination.

INTRODUCCIÓN

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro emitido como consecuencia de la combustión incompleta, debe sus efectos asfícticos e interés biológico a su afinidad por la hemoglobina, una proteína presente en la sangre que permite que el oxígeno sea llevado desde los órganos del sistema respiratorio hasta todas las regiones y tejidos del cuerpo. Una vez inhalado pasa a la sangre y se une fuertemente a la hemoglobina; su afinidad por la misma es unas 250- 300 veces superior a la afinidad por el oxígeno.

Esta situación conlleva una disminución del transporte de oxígeno a los tejidos y anoxemia, además de una desviación hacia la izquierda de la curva de disociación de la hemoglobina. La toxicidad varía según el tiempo de exposición y la concentración inhalada.

El trabajo de investigación, se ha distribuido en apartados, en donde el primer apartado es el planteamiento del problema, aquí se presentan las razones del porque la importancia de realizar la investigación, luego los antecedentes del problema, seguido de la justificación del mismo.

En el segundo apartado, se muestra el objetivo general en el cual se intentó valorar la importancia de la determinación de carboxihemoglobina sérica en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. Se presentan también, una serie de objetivos específicos en los cuales se documenta información relacionada con el monóxido de carbono y sus efectos a la salud para identificar así fuentes contaminantes de monóxido de carbono en los alrededores de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, también realizar sondeo de mediciones ambientales de monóxido de carbono en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental utilizando el Medidor de monóxido de carbono AS8700A; identificar los efectos cognitivos que causan las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica y de esta manera indagar sintomatología relacionada con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica presente en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

El tercer apartado es el marco teórico, donde se despliega toda la base teórica en la cual se sustenta la investigación; el cuarto apartado presenta la operacionalización de la variable, en donde se da un orden a la temática; y en el quinto apartado se desarrolla el diseño metodológico de la investigación.

El sexto apartado hace el procesamiento, presentación y análisis de los resultados de la investigación. El séptimo apartado expone las reflexiones finales que son las mismas conclusiones; por último, el octavo apartado hacemos las recomendaciones basándonos en los resultados de toda la investigación en general.

También se presenta la bibliografía de todos los documentos (libros físicos, páginas web, artículos, monografías, entre otros) en donde se sustenta la base teórica y una serie de anexos que complementan esta investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

En la Facultad Multidisciplinaria Oriental, se ha observado que uno de los factores que propician alteraciones en la concentración de carboxihemoglobina, es el tiempo de exposición a la zafra, a mayor tiempo de permanencia y contacto con el monóxido de carbono hay una mayor susceptibilidad a sufrir alteraciones. «El Ingenio Chaparrastique incrementó sus operaciones en el año 2015» (1), lo que prolonga el período de la zafra y los contaminantes expulsados; este punto se vuelve el factor predisponente y principal para realizar el estudio y exponer no solo los daños ambientales si no los producidos en el organismo, pero esta evidencia no ha sido constatada en tiempos de no zafra, dejando de lado que existen otro tipo de contaminaciones ambientales, además de la industrial.

La teoría muestra que la carboxihemoglobina genera alteración en los efectos cognitivos, la facultad ofrece servicios a más de 6,000 estudiantes quienes deben estar en condiciones óptimas para su aprendizaje. Por lo que se considera significativo, orientar la investigación a valorar la importancia de la determinación de carboxihemoglobina sérica en los estudiantes.

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

«El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico, inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de los hidrocarburos. La exposición prolongada, aunque sea a bajos niveles de este gas puede tener efectos adversos, especialmente cardiovasculares y neurológicos» (2) Se combina en la sangre con mayor afinidad que el oxígeno; obstaculizando el proceso de intercambio de oxígeno.

A pesar del daño que puede originar la intoxicación por dicho elemento, se estima que hay un elevado porcentaje de infra diagnóstico, ya que las concentraciones bajas pero repetidas de monóxido de carbono pasan inadvertidas y van aumentando los niveles de carboxihemoglobina hasta producir una intoxicación crónica (3).

El cuerpo humano produce de forma continua pequeñas cantidades de CO, como uno de los productos finales del catabolismo de la hemoglobina y otros grupos hemo.

En cantidades fisiológicas el monóxido de carbono endógeno funciona como un neurotransmisor. A bajas concentraciones, el CO podría modular favorablemente la inflamación, la apoptosis y la proliferación celular, además de regular la biogénesis mitocondrial. De esta manera es normal que en un individuo sano exista una saturación de carboxihemoglobina de 1 al 2 % de la hemoglobina total. De forma exógena el CO se produce por la combustión de materiales con carbono en ambientes pobres en oxígeno (4).

Los incendios ya sean controlados o no, continúan siendo una causa frecuente de muerte por intoxicación por CO; durante un incendio se puede alcanzar una concentración de CO de unas 100.000 ppm. El humo de tabaco contiene aproximadamente 400 ppm. Esto provoca que una persona que fuma 20 cigarrillos por día alcance un nivel de carboxihemoglobina (COHb) de 5-10%. Lo mismo ocurre en fumadores pasivos cuando viven en ambientes con elevados niveles de humo de tabaco. «El CO es uno de los principales contaminantes atmosféricos en zonas urbanas; principalmente de escapes de los motores de combustión interna, sino también de la quema inadecuada de otros combustibles (carbón, petróleo, queroseno, propano, gas natural y basura) en un día normal, según la Agencia Internacional de la Energía en 2016 un 92% de los contaminantes es el monóxido de carbono y de estas la industria como las refinerías, ingenios azucareros son la tercera causa de aporte de dicho elemento» (5)

«En la región de Centro América existen niveles altos de CO provocando una mala calidad del aire, principalmente en los primeros 5 meses del año 2008 y en los siguientes meses se puede observar una disminución de los niveles, el mismo comportamiento se observó para los primeros meses del año 2009 con niveles altos de CO en el ambiente» (6). Este comportamiento podría estar relacionado con la época lluviosa y la época seca característica de la región salvadoreña y con los incendios forestales y la zafra (meses diciembre al mes de abril), ha sido un fenómeno que se ha mantenido constante hasta la actualidad; el martes 28 de enero de 2020 a las 06:00 a.m., fue la hora de mayor concentración registrada durante el año por la estación CODEM (Comando de Doctrina y Educación Militar) ubicada en el kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla frente a Centro Internacional de Ferias y Convenciones(CIFCO), resultando “No Satisfactoria con partículas menores a 2.5 micrómetros” (La medida de 2.5 micrómetros de diámetro es 20 veces más pequeña que el cabello humano y de fácil ingreso en los pulmones de las personas)» (7)(Ver Anexo No.1)

La medición de la semana del 26 de julio arroja que San Salvador oeste muestra una calidad del aire buena, mientras que San salvador centro y oeste una calidad del aire dañina; mientras que en todo el país la medición del aire es buena, debido a la detención parcial mundial a causa de la pandemia de COVID19 que se está enfrentando.

La Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador, en el año 2002 realizó un estudio que concluyó la concentración de dióxido de nitrógeno, producido en el periodo de zafra es mayor que el valor de la guía de comparación establecido por la organización mundial de la salud (OMS). Por tanto, existe un deterioro de la calidad del aire en la universidad.

En el año 2004 se realizó un estudio en el personal docente, administrativo y estudiantil de la FMO; muestreando a 150 estudiantes durante el período de la zafra, con el objetivo de determinar la concentración de carboxihemoglobina a través de un método químico y así evaluar la contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique, obteniendo resultados alterados de las concentraciones de este tóxico en 64.9% de la población estudiantil. (8)

«En el año 2016 la Universidad Doctor Andrés Bello, realizó un estudio de los niveles séricos de carboxihemoglobina a los estudiantes de agronomía de la FMO dando como resultado un 82.4% de la población presento valores por sobre los niveles normales de COHb» (9) lo que indica que en doce años hubo un aumento de 17.5% de estudiantes con riesgo de intoxicación por este gas. Aunque en el primer estudio se muestreo a toda la población estudiantil y en el segundo solo a los estudiantes de una carrera específica; el estudio utilizado en el segundo permite la inferencia estadística y la representación de estos estudiantes, ya que el monóxido de carbono y las partículas emitidas por las chimeneas del Ingenio Chaparrastique cubren un radio de 1.5 kilómetros a la redonda.

Esos son los últimos estudios realizados y de los cuales se tienen datos, por lo que se vuelve imperante saber si se han tomado medidas necesarias por parte de las autoridades pertinentes y si los niveles de carboxihemoglobina y CO ambiental han disminuido el riesgo de patologías en la población que se pretende estudiar o si al contrario siguen en aumento, además si este problema tiene otros factores ajenos a la zafra azucarera, sino que también se ve influida por el entorno.

1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

De acuerdo con lo anterior expuesto se enuncia el problema de investigación de la siguiente manera:

¿Tendrá importancia la medición de carboxihemoglobina sérica en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental?

1.4. JUSTIFICACIÓN.

La investigación estuvo orientada a la importancia de la medición de carboxihemoglobina sérica en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental expuestos a la contaminación industrial, vehicular y local, identificando factores que propicien alteraciones y a si conocer las consecuencias de estar expuestos a dicha contaminación.

Se consideró importante encauzar la investigación a la importancia de las pruebas de medición sérica de carboxihemoglobina en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, porque tiene todas las características de los factores predisponentes de contaminación por monóxido de carbono liberado por la industria,

los vehículos, calderas, aires acondicionados, aglomeraciones, etc. Por lo general los síntomas desaparecen al alejarse de la exposición y estos simplemente son asociados a causas banales como el desvelo, el clima, aburrimiento y por lo tanto son tratadas erróneamente, y vuelven a exponerse a la misma fuente de intoxicación muchas veces día con día; así se podrá evidenciar la importancia de estas pruebas.

La delimitación es importante para señalar los límites teóricos del problema mediante su conceptualización, o sea, la exposición de las ideas y conceptos relacionados con el problema que se estudia, además fijar los límites temporales y espaciales de la investigación; señalando el área geográfica (región, zona, territorio) que comprenderá la investigación, seleccionando la muestra sobre la cual se realizará el estudio y los resultados de aquélla se generalizarán para la población de la que se extrajo (10)

La investigación fué compuesta por aspectos concernientes con la medición sérica de carboxihemoglobina cualitativa y cuantitativa, oximetría de pulso y monóxido de carbono ambiental. La dirección teórica se desarrolló en base a teorías nuevas, actualizadas, sobre una base de investigaciones realizadas anteriormente.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Objetivo General:

Valorar la importancia de la determinación de carboxihemoglobina sérica en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

2.2. Objetivos Específicos:

- Documentar información relacionada con fuentes de contaminación de monóxido de carbono y efectos a la salud.
- Identificar fuentes contaminantes de monóxido de carbono en los alrededores de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- Realizar sondeo de mediciones ambientales de monóxido de carbono en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental utilizando el Medidor de monóxido de carbono AS8700A.
- Identificar los efectos cognitivos que causan las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica.
- Indagar sintomatología relacionada con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica presente en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1 MARCO LEGAL.

La Constitución de la República de El Salvador en su artículo 117, dispone que “es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente para garantizar el desarrollo sostenible” y declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional y restauración de los recursos naturales. Basándose en este mandato, se crea el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y sus competencias se establecen en el Reglamento Interno del Órgano Ejecutivo, emitido por el Consejo de Ministros el 19 de mayo de 1997.

En el año 2012 se aprueba por la Asamblea Legislativa (AL) la reforma a la Ley de Medio Ambiente para incorporar los temas de Cambio Climático y los Tribunales Ambientales. El 12 de abril la AL emitió el Decreto 1045 publicado en el DO No.88 Tomo 395 del 16 de mayo de 2012, entrando en vigencia el 24 del mismo mes y año. La Reforma tiene como principales objetivos: Crear los Tribunales Ambientales y establecer los lineamientos del proceso judicial ambiental.

El 11 de octubre se emite el Decreto 158, publicado el 12 de octubre en el DO No.211 Tomo 397, reformando los Artículos 2,4 y 5 para incorporar el Título VI- Bis referido al Cambio Climático.

El Protocolo de Kioto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas.

En general el Protocolo de Kioto fue considerado como primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro, tiene los mismos objetivos y principios que la Convención, pero la refuerza de manera significativa ya que a través de él las partes incluidas se comprometen a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Solo las Partes en la Convención que sean también Partes en el Protocolo (es decir, que lo ratifiquen, acepten, aprueben o se adhieran a él) se ven obligadas por los compromisos del Protocolo.

Las metas cubren las emisiones de seis gases de efecto invernadero, a saber:

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso (N₂O).

- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

La cantidad máxima de emisiones (medidas como el equivalente de dióxido de carbono) que una Parte puede emitir a lo largo del período de compromiso con el fin de cumplir su meta de emisiones es lo que se conoce como «cantidad atribuida» de la Parte. Al igual que la Convención, el Protocolo reconoce las necesidades y los problemas específicos de los países en desarrollo, especialmente los de los más vulnerables (11).

La ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones sobre protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

En el Capítulo III Prevención y control de la contaminación, encontramos los artículos 46 y 47 en los cuales se especifica la protección a la atmósfera.

Art. 46.- Para asegurar un eficaz control de protección contra la contaminación, se establecerá, por parte del Ministerio en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y con las autoridades competentes en materia de normatividad del uso o protección del agua, el aire y el suelo, la capacidad de estos recursos como medios receptores, priorizando las zonas del país más afectadas por la contaminación.

Para ello, recopilará la información que permita elaborar en forma progresiva los inventarios de emisiones y concentraciones en los medios receptores, con el apoyo de las instituciones integrantes del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, a fin de sustentar con base científica el establecimiento y adecuación de las normas técnicas de calidad del aire, el agua y el suelo.

Art.- 47.- La protección de la atmósfera se regirá por los siguientes criterios básicos:

- a) Asegurar que la atmósfera no sobrepase los niveles de concentración permisibles de contaminantes, establecidos en las normas técnicas de calidad del aire, relacionadas con sustancias o combinación de estas, partículas, ruidos, olores, vibraciones, radiaciones y alteraciones lumínicas, y provenientes de fuentes artificiales, fijas o móviles;
- b) Prevenir, disminuir o eliminar gradualmente las emisiones contaminantes en la atmósfera en beneficio de la salud y el bienestar humano y del ambiente.

En El Salvador, el medio ambiente está tutelado desde la perspectiva constitucional en el art. 117 de nuestra carta magna en donde se establece: “Es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible. Se declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los

recursos naturales, en los términos que establezca la ley se prohíbe la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.”

El art. 117 de la Constitución regula dos aspectos que son:

- a) La obligación del estado de crear los incentivos económicos y proporcionar la asistencia técnica necesaria para el desarrollo de programas adecuados a la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales, lo cual debe entenderse como un complemento a la obligación prescrita en el art. 101 inc. 2º. Cn, en donde se establece que los recursos naturales no sólo el Estado puede disponer de ellos, sino principalmente los particulares.
- b) La remisión del legislador secundario para que desarrolle un marco normativo relacionado con el medio ambiente a través de leyes especiales y reglamentos. Esta es una manifestación típica del carácter concentrado de los mandatos constitucionales, ya que, en el mismo, la Constitución determina las directrices y los lineamientos básicos para el desarrollo de una política estatal relativa a los recursos naturales y el medio ambiente, que han dado lugar a una regulación infra constitucional desarrollada en la Ley del Medio Ambiente, vigente desde 1998.

En este punto El Salvador cuenta con normativa especializada en la materia, entre ellos:

Aire y atmósfera.

- Ley de Medio Ambiente Art. 46 y 47. Protección de la Atmósfera.
- Reglamento especial Sobre el Control de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
- Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental.

La intoxicación aguda por CO es una urgencia médica que, de no ser diagnosticada y tratada oportunamente, puede dejar secuelas neurológicas permanentes o provocar la muerte.

El problema más serio consiste en no sospechar la intoxicación y muchas veces confundir el cuadro clínico con otras afecciones, impidiendo su diagnóstico. De allí que es conveniente tener un alto nivel de sospecha, (sobre todo en épocas invernales), realizar una anamnesis dirigida, solicitar pruebas diagnósticas de laboratorio, electrocardiograma, imagen (rayos X de tórax y TAC de cerebro, en caso de corresponder) que orienten a su diagnóstico para en consecuencia instituir un tratamiento adecuado y oportuno.

3.2 MEDIO AMBIENTE.

«El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos y que permite la interacción de los mismos. Sin embargo, este sistema no solo está conformado por seres vivos, sino también por elementos abióticos (sin vida) y por elementos artificiales» (12).

Cuando se habla de seres vivos se hace referencia a los factores bióticos, sea flora, fauna o incluso los seres humanos. En oposición, los factores abióticos son aquellos que carecen de vida. Sin embargo, estos elementos resultan esenciales para la subsistencia de los organismos vivos, como el aire, el suelo y el agua. Entre los elementos artificiales incluimos a las relaciones socioeconómicas, como la urbanización, los conflictos dentro de una sociedad, etc.

A medida que la población comenzó a crecer y aumentar su tecnología, el impacto sobre el medio ambiente comenzó a ser mayor y más nocivo. El momento donde comenzó a agravarse exponencialmente el medio ambiente fue a partir de la Revolución Industrial, principalmente por la explotación de recursos minerales y fósiles. De esta manera el equilibrio del sistema ambiental se perdió y la calidad de vida de muchos seres vivos se halla desde ese momento en muy malas condiciones y para algunos resulta incluso imposible adaptarse a los grandes cambios.

«La contaminación ambiental es definida como la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos en el ambiente que pueden tener efectos nocivos sobre la seguridad y salud de los seres vivos, sean estos animales, flora o humanos» (12).

La contaminación puede tener diversos orígenes, como los desechos de las industrias, la megaminería, o bien de origen doméstico, gases de invernadero, gases industriales, de transporte, de cocinas, aunque es lógico que la contaminación ambiental se ha reducido debido a la pandemia mundial reciente.

3.2.1 Contaminantes del aire.

La contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas. El ozono, un gas, es un componente fundamental de la contaminación del aire en las ciudades. Cuando el ozono forma la contaminación del aire también se denomina smog.

Algunos contaminantes del aire son tóxicos. Su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud. Las personas con enfermedades del corazón o de pulmón, los adultos de más edad y los niños tienen mayor riesgo de tener problemas por la contaminación del aire. La polución del aire no ocurre solamente en el exterior: el aire en el interior de los edificios también puede estar contaminado y afectar su salud (Ver Anexo No.2).

3.2.2 Contaminación industrial.

Entendemos por contaminación industrial a la emisión de sustancias nocivas, tóxicas o peligrosas, directa o indirectamente de las instalaciones o procesos industriales al medio natural.

Estas emisiones pueden ser: Emisiones a la atmósfera, vertidos a las redes públicas de saneamiento, vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales, almacenamientos o disposición de residuos industriales; para esta investigación nos centraremos en las emisiones al aire.

Los principales contaminantes del aire son:

- Monóxido de carbono (CO).
- Óxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x).
- Dióxido de azufre (SO₂).
- Material Particulado (PM).

Entre las principales materias carbonosas que emanan CO al ambiente por combustión incompleta, causadas por la industria son:

- a) Combustibles sólidos: Carbón mineral y vegetal, aserrín, leña, parafina sólida, madera y materiales utilizados para uso doméstico e industrial (ingenios azucareros).
- b) Combustibles líquidos: Son todos los productos derivados del petróleo como, la gasolina, queroseno, gases licuados propano y butano, diésel, que son carburantes usados en automotores, calentadores domésticos (cocinas, calefones, chimeneas) etc.

3.2.3 Contaminación vehicular.

Toda emisión de gas CO emitida por vehículos automotores (vehículos particulares, motos, taxis, buses, rastras cañeras, vehículos de carga, entre otros) que causan contaminación toxica.

Las emisiones por el tubo de escape son dependientes de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones; los vehículos más pesados o potentes tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido y las normas que regulan la construcción de vehículos determinan tanto su tecnología, así como la presencia o ausencia de equipos de control de emisiones, como los convertidores catalíticos. El estado de mantenimiento del vehículo y los factores operativos, la velocidad de circulación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características del combustible juegan un papel determinante en las emisiones por el escape (Ver Anexo No.3). (13)

Los vehículos con el motor encendido también lo expulsan. Todo el tiempo se está respirando altos niveles de CO en los alrededores de las calles o intersecciones muy transitadas por vehículos, ya que es emitido directamente de los tubos de los escapes de automóviles durante el encendido o arranque, cuando el suministro de aire está restringido y cuando los autos no están afinados apropiadamente. El humo emanado corresponde a un 5 % de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), son responsables del 25 % de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), del 87 % de las de monóxido de carbono (CO) y del 66 % de las de óxidos de nitrógeno (NO_x). Las dos terceras partes de las emisiones de monóxido de carbono en los Estados Unidos provienen de las fuentes de transporte, con la contribución mayor proveniente de los vehículos de motor de carreteras. (14)

3.2.4 Contaminaciones varias.

Contaminación por quemas.

«Una gran parte de la población mundial utiliza leña para cocinar y calentar el hogar, sobre todo en los países en desarrollo. Se calcula que la energía de la biomasa combustible tradicional asciende a casi la décima parte del total actual de la demanda humana de energía (más que la energía hidráulica y la nuclear juntas), y los combustibles leñosos constituyen probablemente unos dos tercios del consumo en los hogares» (15)

En cocinas y fogones adecuados, y con buenas prácticas de combustión, es posible el consumo limpio de leña y carbón vegetal, así como de otra biomasa, lo que da lugar principalmente a dióxido de carbono y agua. Pero tales condiciones son difíciles de alcanzar en zonas rurales y urbanas pobres en las que se utilizan pequeños fogones baratos alimentados con leña. La leña y basura que no arde debidamente convirtiéndose en dióxido de carbono da lugar a productos de combustión incompleta: básicamente monóxido de carbono, pero también benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poliaromáticos y muchos otros compuestos peligrosos para la salud. Se piensa que el mejor indicador de peligro para la salud causado por el humo de combustión son las pequeñas partículas, que contienen muchas sustancias químicas.

Contaminación por tabaco.

Este no afecta directamente la concentración de CO en el ambiente por la baja cantidad de humo, pero sí a los fumadores ya que en ellos la carboxihemoglobina es más alta frente a individuos no fumadores.

3.3 Consecuencias de salud por la contaminación.

Las diferentes partículas en suspensión provocan distintos tipos de afecciones. Las más peligrosas son las PM_{2.5} y NO₂ porque se acumulan en el organismo. Pero en función de la edad de las personas, varía. La OMS ha detectado más de 101 enfermedades que pueden ser causadas directamente por la contaminación: asma, EPOC, alergias, enfermedades neurológicas, patologías cardiovasculares, diferentes tipos de cáncer (pulmón, vejiga, riñón), así como fallos reproductivos o problemas durante el embarazo, envejecimiento cerebral, ictus, aumento del riesgo de demencia, etc.

Estas afecciones tienen mayor impacto en los niños, los ancianos y las mujeres. Según el Observatorio de la Calidad del Aire, elaborado por DKV y ECODES, los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias aumentan un 42% en picos de alta contaminación y, solo en España, en el período 2000 - 2009, se produjeron más de 92.000 muertes prematuras. Si se redujeran los índices de contaminación, se podrían evitar al año más de 9.000 muertes. A nivel global, según la revista The Lancet, la contaminación provoca en el mundo la muerte de 9 millones de personas (el 16% de todas las defunciones). (16)

3.4 MONÓXIDO DE CARBONO.

«El monóxido de carbono fue descubierto por el químico francés de Lassone en 1776 mientras calentaba óxido de zinc con coque. Erróneamente creyó que se trataba de hidrógeno porque generaba una llama de color azul» (17).

El monóxido de carbono es conocido también como óxido de carbono, gas y anhídrido carbonoso, su fórmula química es CO. «Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. En concentraciones tóxicas penetra en el organismo por vía inhalatoria sin que la víctima se dé cuenta hasta que éste cause síntomas clínicos (se le llama “el asesino silencioso”). La intoxicación por CO es frecuente y muchas veces grave, pudiendo llegar a ser letal o dejar secuelas irreversibles. Es decir, estamos ante un tóxico que mata, que deja secuelas, pero que tiene un tratamiento eficaz» (18)

3.4.1 Propiedades.

Propiedades físicas del monóxido de carbono.

El CO es un gas inodoro, incoloro no irritante a las mucosas y altamente tóxico. El que no presente olor en su estado puro es un motivo de intoxicaciones accidentales, aunque a veces puede hallarse mezclado con otros gases dándole una característica odorífica. Su peso molecular es de 28 g/mol, su punto de fusión -202° , su punto de ebullición es de -1.91°C a 37 atm, la presión de vapor en milibar es de 58.800 a (20°C), es soluble en el agua (0.004 g/100cc) dando soluciones estabilizadas, se difunde fácilmente por poseer una densidad más baja que la del aire (1 g/cc), siendo esta 0.967 g/cc. Los límites de inflamabilidad son de 12,5 – 74% en volumen en aire, es por eso que también se lo considera como un gas altamente inflamable. Se produce por la combustión incompleta de materia orgánica en condiciones deficientes de oxígeno como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefactores y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores a queroseno también pueden producirlo si no están funcionando bien y por deficiencia de O_2 atmosférico.

Propiedades químicas del monóxido de carbono.

A temperatura ambiente es estable, resulta de la combustión incompleta de materia orgánica que contenga carbono, se disocia en carbono y anhídrido carbónico entre 400° y 800°C y a partir de esto la reacción se estabiliza dando anhídrido carbónico y desprendimiento de calor (llama azul), es por ello que es un combustible utilizado en la industria. Posee poder reductor y reacciona con diversos óxidos metálicos (de cobre, cobalto, hierro, plomo etc.) dando lugar a la formación de anhídrido carbónico y el metal correspondiente. (Ver Anexo No.4 y Anexo No.5)

3.4.2 Fuentes de monóxido de carbono.

Los orígenes del monóxido de carbono pueden ser variadas y sus clasificaciones dependerán de las fuentes; pero por motivos que competen a la investigación se clasificaran en exógenas y endógenas.

Fuentes exógenas:

- La combustión. «Es una reacción química exotérmica de oxidación de sustancias llamadas combustible, en la cual se desprende en forma de calor y luz, manifestándose visualmente gracias al fuego, llama u otros. La reacción implica la presencia de un combustible (elemento que se oxida) y de un comburente (elemento oxidante) o aire atmosférico que es el más común y calor» (14) Esta reacción produce sustancias gaseosas y se las encuentra en los productos o humos (CO_2 , H_2O como vapor de agua, N_2 , O_2 , CO , H_2 , Carbono en forma de hollín, SO_2).

El CO , se encuentra en emanaciones de combustión, tales como las que producen los camiones y automóviles, los motores pequeños de gasolina-diésel, cocinas, faroles, madera y carbón encendidos, cocinas de gas y sistemas de calefacción (Ver Anexo No.6).

En relación de cómo se producen las reacciones de combustión, estas pueden ser de dos tipos:

- Combustión completa: «Cuando las reacciones indicadas están desplazadas totalmente a la derecha, es decir, los componentes se oxidan completamente, formando dióxido de carbono (CO_2), agua líquida (H_2O) y en su caso, dióxido de azufre (SO_2), independientemente de la cantidad de aire empleada en la reacción. Esto implica que el oxígeno presente en el aire ha sido cuando menos, suficiente para oxidar completamente los componentes» (19)
- Combustión incompleta: «Ocurre cuando no se oxidan completamente todos los elementos combustibles, es decir, no se alcanza el grado máximo de oxidación y hay presencia de sustancias combustibles en los gases o humos de la reacción. En los productos de combustión aparece el CO y carbono no quemado (hollín)» (14)

Fuentes endógenas:

Se considera como fuente endógena al humano, quién genera pequeñas cantidades de CO como producto final del catabolismo de la hemoglobina y otros grupos hemos, normalmente entre 0.4 y 0.7 % de COHb , estos valores pueden aumentar de acuerdo a la ubicación esencialmente en la zona urbana, también en personas relacionadas con las drogas como fenobarbital y difenilhidantoina elevando el catabolismo de la hemoglobina y por ende la concentración normal de CO en sangre. Sin embargo, esta producción endógena carece de importancia toxicológica.

3.4.3 Valores límites y umbral de alerta del monóxido de carbono.

Las emisiones de monóxido de carbono detectadas en las estaciones de control de la calidad del aire provienen principalmente de las combustiones de los motores de combustión interna de los vehículos móviles. De esta forma, pueden registrarse valores más altos en aquellos lugares en los que la cercanía de cruces de tráfico elevado o regulado por semáforos, facilitan la emisión y acumulación del monóxido de carbono.

Tabla 1. Valores de referencia admisibles y de emergencia para el monóxido de carbono.

Período de Referencia	Valor	Situación
Treinta minutos	45 mg/m ³	Admisible
Octohorario	15 mg/m ³	Admisible
Diario	34 mg/m ³	Emergencia de primer grado
Diario	48 mg/m ³	Emergencia de segundo grado
Diario	60 mg/m ³	Emergencia total

Fuente: JCMM (20)

3.4.4 Toxicocinética del monóxido de carbono.

Una vez inhalado el monóxido de carbono, difunde rápidamente a través de las membranas alveolares para combinarse con la hemoglobina y el citocromo c oxidasa, entre otras hemoproteínas, afectando el transporte de oxígeno y deteriorando la función mitocondrial. La absorción pulmonar es directamente proporcional a la concentración de CO en el ambiente, al tiempo de exposición y a la frecuencia respiratoria (FR), que depende, entre otros, de la actividad física realizada durante el tiempo de exposición, o de la edad (la FR es > en lactantes y niños pequeños).

Una vez en sangre, el CO se une de manera estable a la hemoglobina, con una afinidad 200 veces superior a la del oxígeno, para dar lugar a la carboxihemoglobina (COHb), aun inhalando relativamente bajas concentraciones de CO. La eliminación del CO es respiratoria y tan solo el 1% se metaboliza a nivel hepático hacia dióxido de carbono. La vida media en personas sanas que respiran este aire ambiente, oscila entre 3 a 4 horas, disminuyendo conforme se aumente la presión parcial de oxígeno en el aire inspirado. El oxígeno normobárico al 100 %, reduce la vida media a 30-90 minutos mientras que el oxígeno hiperbárico a 2.5 atm con 100% de oxígeno la disminuye a 15 - 23 minutos. (21)

3.5 HEMOGLOBINA.

Es un pigmento rojo contenido en los hematíes de la sangre de los vertebrados, cuya función consiste en captar el oxígeno de los alveolos pulmonares y comunicarlo a los tejidos, y en tomar el dióxido de carbono de estos y transportarlo de nuevo a los pulmones para expulsarlo. (22)

La hemoglobina es una proteína globular, que se encuentra en grandes cantidades dentro de los glóbulos rojos y su importancia fisiológica, para el aporte normal de oxígeno a los tejidos. Varios son los genes que determinan su biosíntesis. (23)

3.5.1 Estructura de la hemoglobina.

El estudio de su estructura molecular y fisiología ha llamado la atención de innumerables investigadores; su estudio ha derivado descubrimientos de gran utilidad. Hasta 1992, el Centro Internacional de Información sobre Hemoglobinas había reunido las 640 variantes de esta molécula, pudiendo agregarse hemoglobinopatías, particularmente las que se acompañan de trastornos clínicos y las talasemias son habituales. (23)

La hemoglobina es una proteína con estructura cuaternaria, es decir, está constituida por cuatro cadenas polipeptídicas (Ver Anexo No.7): dos α y dos β (hemoglobina adulta- HbA); dos α y dos δ (forma minoritaria de hemoglobina adulta- HbA₂- normal 2%); dos α y dos γ (hemoglobina fetal- HbF). En el feto humano, en un principio, no se sintetizan cadenas alfa ni beta, sino zeta (ζ) y epsilon (ξ) (Hb Gower I). Al final del primer trimestre las subunidades α han reemplazado a las subunidades ζ (Hb Gower II) y las subunidades γ a los péptidos ξ . Por esto, la HbF tiene la composición $\alpha_2\gamma_2$.

Las subunidades β comienzan su síntesis en el tercer trimestre y no reemplazan a γ en su totalidad hasta algunas semanas después del nacimiento. Las cadenas polipeptídicas alfa contienen 141 aminoácidos, las no alfa 146 (β , γ , δ) y difieren en la secuencia de aminoácidos. Se conoce desde hace décadas la estructura primaria de las cuatro cadenas de Hb normales. La estructura secundaria es muy similar: Cada una exhibe 8 segmentos helicoidales designados con las letras de la A hasta la H. Entre ellos se encuentran 7 segmentos no helicoidales. Cada cadena α está en contacto con las cadenas β , sin embargo, existen pocas interacciones entre las dos cadenas α o entre las dos cadenas β entre sí.

Las cuatro cadenas polipeptídicas de la Hb contienen cada una un grupo prostético, el Hem, un tetrapirrol cíclico (Ver Anexo No.8), que les proporciona el color rojo a los hematíes. Un grupo prostético es una porción no polipeptídica que forma parte de una proteína en su estado funcional. El átomo de hierro se encuentra en estado de oxidación ferroso (+2) y puede formar 5 ó 6 enlaces de coordinación dependiendo de la unión del oxígeno a la Hb (oxiHb, desoxiHb). Cuatro de estos enlaces se producen con los nitrógenos pirrólicos de la porfirina en un plano horizontal. El quinto enlace de coordinación se realiza con el nitrógeno del imidazol de una histidina denominada histidina proximal. Finalmente, el sexto enlace del átomo ferroso es con el O₂, que además está unido a un segundo imidazol de una histidina denominada histidina distal. Tanto el quinto como el sexto enlace se encuentran en un plano perpendicular

al plano del anillo de porfirina. La parte porfirínica del Hem se sitúa dentro de una bolsa hidrofóbica que se forma en cada una de las cadenas polipeptídicas.

3.5.2 Metabolismo de la hemoglobina.

Por carecer de núcleo el eritrocito no puede sintetizar proteínas: se altera la composición de la membrana plasmática y su balance de calcio, puede desarrollar un autoanticuerpo contra antígenos de la membrana. Su vida es limitada a 100-140 días.

El eritrocito cuando empieza a envejecer, disminuye la generación de ATP, las cantidades menores de colesterol y fosfolípidos producen la pérdida de la permeabilidad selectiva, aumentando el sodio y perdiendo potasio en si el disco eritrocitario se hace esferoidal, puede ocurrir fisiológicamente en:

HEMOLISIS EXTRAVASCULAR: La destrucción de eritrocitos seniles, se produce en mayor medida en el bazo, hígado y médula ósea. Esta vía representa el 90% de la destrucción normal.

HEMÓLISIS INTRAVASCULAR: La destrucción de eritrocitos seniles deteriorados, se produce en el sistema circulatorio. La Hb es captada por la haptoglobina que depura el complejo en el hígado. Esta vía representa el 10% de la destrucción normal. Una vez liberada del hematíe, la Hb se disocia en Hem y Globina. El hierro se deposita en forma de ferritina en varias células orgánicas y puede ser reutilizado. Como consecuencia de la acción del complejo enzimático, el Hem sufre una serie de oxidaciones autocatalíticas que forman biliverdinas y bilirrubina.

La bilirrubina (Bb): la cual es muy lipofílica, toxica para el cerebro en desarrollo y muy sensible a la acción de los rayos UVA, tiene que ser conjugada en el hígado con ácido glucurónico formando diglucuronido de Bb que es hidrosoluble.

Una parte del diglucuronido de la bilirrubina vuelve a la circulación siendo eliminado en la orina, y otra es excretado en el duodeno con otros componentes de la bilis para ser transformado en el colon en urobilinógenos y ser eliminado en heces. (Ver Anexo No.9)

3.5.3 Transporte de O₂ y CO₂.

Como ya se ha mencionado la hemoglobina es el transportador de O₂, CO₂ y H⁺. Se sabe que por cada litro de sangre hay 150 gramos de Hb, y que cada gramo de Hb disuelve 1.34 ml de O₂, en total se transportan 200 ml de O₂ por litro de sangre. Esto es, 87 veces más de lo que el plasma solo podría transportar. Sin un transportador de O₂ como la Hb, la sangre tendría que circular 87 veces más rápido para satisfacer las necesidades corporales. La relación entre la tensión de O₂ y la saturación de la Hb se describe mediante la curva de saturación de la oxiHb. La curva de disociación de la hemoglobina es sigmoidea.

El primer O₂ que se une a la Hb, lo hace en la cadena α, porque en la cadena lugar de ingreso del oxígeno se encuentra una valina (E11); al entrar este oxígeno tira al Fe y este a su vez estira a la histidina proximal, que se encuentra en la hélice F. Un

sector de esta hélice y un sector de la hélice G, de la misma cadena, interactúa con un sector de la hélice C de la otra cadena, cuando el O₂ llega a la cadena α hay corrimiento de FG y desaparece la interacción FG-C, y este es un cambio conformacional de la cadena producen rupturas de los puentes salinos entre los extremos carboxilos de las cuatro subunidades de la Hb, esto hace que la fijación subsiguiente sea facilitada porque requiere un número menor de rotura de enlaces salinos, así también el giro de αβ respecto al otro par en 15 grados incrementado la afinidad de los Hem por el oxígeno. Lo anterior refleja el mecanismo de cooperatividad positiva Hb, es decir, el fenómeno por el cual la entrada de un O₂ ayuda a la entrada de los siguientes.

Cuando la Hb esta oxigenada se dice que esta relajada, y cuando la Hb esta desoxigenada se dice que esta tensa (T) (Ver Anexo No.10).

3.5.4 Tipos de hemoglobina.

Los tipos más comunes de la hemoglobina normal son:

Hemoglobina A. Este es el tipo más común de hemoglobina que se encuentra normalmente en los adultos. Algunas enfermedades, como las formas graves de talasemia, pueden hacer que los niveles de hemoglobina A sean bajos y que los niveles de hemoglobina F sean altos.

Hemoglobina F (hemoglobina fetal). Este tipo se encuentra normalmente en los fetos y en los bebés recién nacidos. La hemoglobina F es sustituida por la hemoglobina A (hemoglobina adulta) poco después del nacimiento; solo cantidades muy pequeñas de la hemoglobina F se generan después del nacimiento. Algunas enfermedades, como la enfermedad drepanocítica, la anemia aplásica y la leucemia, tienen tipos anormales de hemoglobina y cantidades más altas de hemoglobina F.

Hemoglobina A2. Es un tipo normal de hemoglobina que se encuentra en pequeñas cantidades en los adultos.

Hay más de 350 tipos de hemoglobina anormal. Los más comunes son:

Hemoglobina S. Este tipo de hemoglobina está presente en la enfermedad drepanocítica.

Hemoglobina C. Este tipo de hemoglobina no transporta oxígeno correctamente.

Hemoglobina E. Este tipo de hemoglobina se encuentra en las personas de ascendencia del sudeste asiático.

Hemoglobina D. Este tipo de hemoglobina está presente en algunos trastornos drepanocíticos.

Una cantidad anormal de hemoglobina normal o un tipo anormal de hemoglobina en la sangre pueden indicar la presencia de una enfermedad. Los tipos de hemoglobina anormales pueden estar presentes sin ningún otro síntoma, pueden causar enfermedades leves que no tienen síntomas o causar enfermedades que pueden poner la vida en peligro. (24)

3.5.5 Valores de referencia de la hemoglobina.

Hombre: entre 13.8-17.2 gramos por decilitro (g/dL) (138-172 g/L)

Mujer: entre 12.1-15.1 g/dL (121-151 g/L)

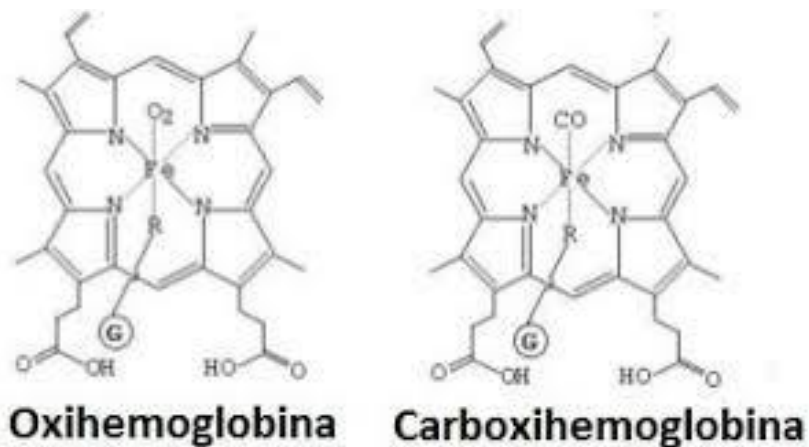
3.6 CARBOXIHEMOGLOBINA.

La carboxihemoglobina (COHb) resulta de la combinación de monóxido de carbono (CO) con hemoglobina; su afinidad para esta proteína es de 210 veces superior a las del oxígeno. Esto significa que el CO se fija a la hemoglobina, aunque su concentración en el aire sea muy baja (0.02-0.04%). (25)

3.6.1 Estructura.

Para referirse a la carboxihemoglobina, que no es más que un estado de la hemoglobina asociado con monóxido de carbono, es necesario ver sus estructuras para que sea evidente son iguales, solo que, en lugar de unirse con el oxígeno, se une más fácilmente al monóxido de carbono.

Figura 1



Fuente: Revista de Ciencias, Universidad Pablo de Olavide (26)

3.6.2 Mecanismo de acción.

La COHb no puede fijar el oxígeno, por lo que no sirve para su transporte, lo cual hace que un sujeto intoxicado por CO sufra anoxia. Para desplazar este equilibrio, se somete a estos pacientes a atmósferas ricas en O_2 y así lograr la conversión de COHb en O_2 -Hb. La sangre que posee COHb tiene un color rojo cereza brillante característico. La intoxicación por CO se produce por respirar aire que contiene este gas, el cual se produce en grandes cantidades por combustión defectuosa de braseros, estufas, calentadores de gas, hornos o motores de gasolina, no obstante, en la actualidad se ha demostrado que la combustión del tabaco produce también cierta cantidad de CO que es inhalada al fumar. La inhalación de CO puede tener

efectos adversos en grandes fumadores, ya que la hipoxia secundaria a cantidades significativas de carboxihemoglobina genera un estímulo crónico de eritropoyetina y, con ello, un aumento de regeneración eritroblastica y eritrocitosis(poliglobulia) compensatoria (25).

3.6.3 Concentraciones de carboxihemoglobina.

Según la Organización Mundial para la salud en el año 2007, las concentraciones de carboxihemoglobina son los siguientes (14):

- No fumadores: vecinos rurales: 0.5 -2.5 %, VLB: 3.5% de COHb en Hb total; 20ppm de CO en la fracción final del aire exhalado (aire alveolar).
- Fumadores pasivos: 2-4%
- Fumadores:5-9 %
- Intoxicación leve o moderada: 12-20%
- Intoxicación aguda: 20-30%
- Coma: 50-70%
- Muerte Rápida: >70%

Los niveles considerados inminentemente dañinos son de 1200 ppm de CO en adelante. Varios minutos de exposición a 1000 ppm (0.1%) pueden resultar en un 50% de saturación de la carboxihemoglobina.

A continuación, un cuadro donde se explica concentraciones de monóxido de carbono en el ambiente, el porcentaje de formación de carboxihemoglobina y los síntomas y efectos cognitivos que ocasionan a esos niveles.

Tabla 2. Monóxido de carbono ambiental, formación de carboxihemoglobina.

Concentración de Monóxido de carbono	Carboxihemoglobina %	Síntomas
Menos de 35 ppm (cigarrillo)	5	Ninguno o cefalea leve
0.005% (50 ppm)	10	Cefalea leve, disnea de grandes esfuerzos, vasodilatación cutánea
0.01% (20 ppm)	20	Cefalea pulsátil, disnea de moderados esfuerzos.
0.02% (100 ppm)	30	Cefalea severa, irritabilidad, fatiga, visión borrosa.
0.03 – 0.05% (300 – 500 ppm)	40 – 50	Cefalea, taquicardia, náuseas, confusión, letargia, colapso, respiración de Cheyne Stokes.

0.08 – 0.12 % (800 – 1200 ppm)	60 – 70	Coma, convulsiones, falla respiratoria, y cardíaca.
0.19% (1900 ppm)	80	Muerte.

Fuente: Gutiérrez 2009 (27)

3.7 INTOXICACIÓN POR MONÓXIDO DE CARBONO.

El CO causa hipoxia celular o hipoxia anémica, al unirse con la hemoglobina y formar COHb incapaz de transportar oxígeno y a la vez, desplaza la curva de disociación de la hemoglobina hacia la izquierda, impidiendo que esta ceda el escaso oxígeno transportado a los tejidos. El CO libre en plasma, incrementa los niveles hemocitosólicos, conduce al estrés oxidativo y se une entre otras, a las hemoproteínas plaquetarias y citocromo c oxidasa. De esta forma, interrumpe la respiración celular y causa la producción de especies oxígeno reactivas, que llevan a necrosis neuronal y apoptosis. La exposición a CO provoca además inflamación, a través de múltiples vías independientes de las de hipoxia, dando por resultado mayor daño neurológico y cardíaco.

El CO tiene una mayor afinidad por la mioglobina cardíaca que por la hemoglobina, situación que explicaría la sintomatología cardíaca (arritmias, dilatación ventricular, insuficiencia), aún en presencia de bajos niveles de carboxihemoglobina. Esta condición, exacerba la hipoxia tisular existente, al causar mayor depresión miocárdica e hipotensión.

Es importante tener en cuenta, qué, en caso de embarazo, el CO no sólo afecta a la madre, sino que también produce hipoxia fetal, debido a la propiedad de este gas, de atravesar fácilmente la barrera placentaria y a la presencia de la hemoglobina fetal.

Intoxicación Aguda.

Desde 1930 Sayer y otros autores establecieron una correlación entre los niveles de carboxihemoglobina y la clínica, sin embargo, esta correlación no es tan exacta, ya que depende de múltiples factores, tales como la magnitud y el tiempo de exposición, la frecuencia y profundidad de la respiración, el volumen minuto cardíaco y la actividad metabólica; destacando que la gravedad de la intoxicación por CO estaría más relacionada con su unión a las hemoproteínas que a la hemoglobina, lo que explicaría la presencia de síntomas aún con niveles de carboxihemoglobina considerados no tóxicos.

En intoxicaciones leves o moderadas los síntomas son diversos e inespecíficos y tan sólo la sospecha clínica o el contexto en el que se encontró al enfermo (incendios, exposición a braseros, estufas, calefones u otros artefactos a combustión, en ambientes carentes de ventilación), nos llevarán a indagar en búsqueda de la intoxicación por CO, permitiendo realizar el diagnóstico.

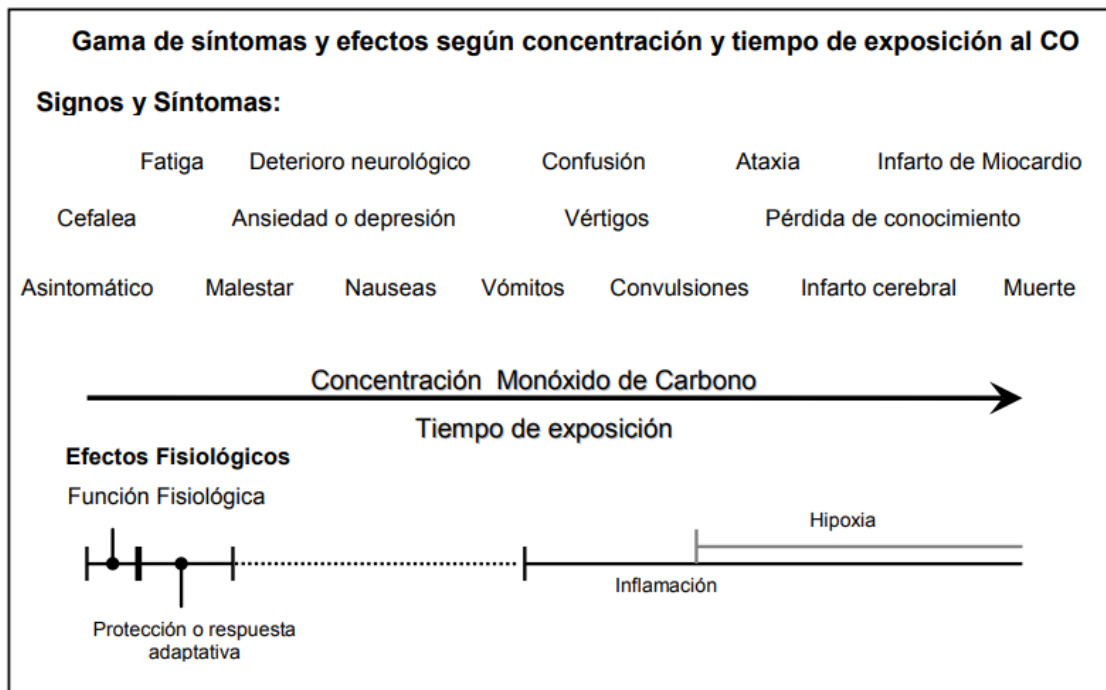
Presentación Clínica.

Las primeras manifestaciones observables en caso de intoxicación consisten en síntomas neurológicos: cefalea (de tipo constrictiva a nivel frontal, acompañado de latido perceptible de la arteria temporal), al cuadro se agrega disminución de la agilidad mental, con un estado de somnolencia, acompañado de movimientos torpes, mareos. Si la intoxicación se prolonga en el tiempo, aparecen mareos, trastornos de la visión, disnea, astenia, fatiga a los mínimos esfuerzos, dolor de pecho, isquemia coronaria, arritmias cardíacas, frecuentemente taquicardia, hipotensión, alteración del estado de conciencia y marcada impotencia muscular, imposibilitando al intoxicado abandonar el ambiente contaminado.

En las intoxicaciones severas, los pacientes despliegan distintas alteraciones a nivel del sistema nervioso central, incluyendo desmielinización y signos de necrosis focal, especialmente a nivel del globus pallidus. Se puede observar la presencia de convulsiones, depresión del estado de conciencia hasta coma profundo, que suele acompañarse de hiperreflexia e hipertermia.

Las exposiciones crónicas, producidas generalmente de manera intermitente, con una duración de semanas o incluso años, se manifiesta a través de sintomatología que puede diferir de las intoxicaciones agudas, pudiendo incluir fatiga crónica, trastornos neuropsiquiátricos (cambios del carácter, labilidad emocional, déficit de la memoria, dificultad para las tareas habituales en el trabajo, trastornos del sueño, vértigo, neuropatías, parestesias), infecciones recurrentes, policitemia, dolor abdominal y diarreas. (21)

Tabla 3. Síntomas de intoxicación por monóxido de carbono.



Fuente: Guía de Prevención, Diagnóstico, Tratamiento y Vigilancia Epidemiológica de las Intoxicaciones por Monóxido de Carbono.

3.7.1 Fuentes de intoxicación por monóxido de carbono.

En intoxicaciones leves o moderadas los síntomas son diversos e inespecíficos y tan sólo la sospecha clínica o el contexto en el que se encontró al enfermo (incendios, exposición a braseros, estufas, calefones u otros artefactos a combustión, en ambientes carentes de ventilación.

Entre las causas que pueden producir las intoxicaciones por CO son varias:

Accidental: Sin duda esta es la situación y causa más frecuente, pues la emanación del gas es suscitada por el mal funcionamiento de los aparatos domésticos como calefones, cocinas, chimeneas, máquinas secadoras, parrillas al carbón en el interior de la casa, encendido del automotor o automóvil dentro de una zona cerrada, por ejemplo, un garaje. En algunos casos puede ser accidental y/o suicida, por lo que la intoxicación por monóxido de carbono es la causa más frecuente de muertes accidentales y suele denominarse “el asesino silencioso”.

Profesional: Se la considera también una forma de envenenamiento o intoxicación accidental-laboral, esto ocurre en los lugares de trabajo, como sucede para los mineros por los gases de las exposiciones de grisú, también los trabajadores dispensadores de gasolineras que están expuestos al humo del escape de los vehículos, control vehicular, jefes de pista de descargue de combustible, bomberos, etc. Es una intoxicación propia de profesionales en las que las emanaciones de CO constituyen un riesgo. (14)

3.7.2 Mecanismo de acción y fisiopatología del Monóxido de carbono.

El monóxido de carbono por ser un gas venenoso y al ser inhalado ingresa por diferencia de presiones de los alveolos pulmonares a la sangre donde se disuelve a la razón de 2 a 2.5 cm³ de CO en 100 cc de sangre. Desde el punto de vista fisiopatológico, el CO tiene una afinidad de 250 veces más que el oxígeno (O₂), éste desplaza al O₂ de la hemoglobina (Hb) para formar carboxihemoglobina (COHb) de color rojo cereza. Es justamente esta gran afinidad y las propiedades organolépticas las que hacen del gas un elemento tan peligroso en concentraciones pequeñas (Ver Anexo No.11)

Su afinidad se debe a la lenta velocidad de disociación que tiene la COHb, si la hemoglobina es sometida a una mezcla de 250 volúmenes de O₂ y 1 volumen de CO, esta se hallará un 50% como COHb y el resto de O₂Hb. La formación de COHb disminuye, por un lado, la capacidad de transporte de O₂ en la sangre en forma proporcional a su concentración, reduce la liberación periférica del mismo por incrementar su afinidad a la molécula de hemoglobina.

Entonces los posibles mecanismos de toxicidad incluyen:

- Disminución de la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre.

- Alteración de las características de disociación de la curva de la oxihemoglobina, con la consiguiente disminución del aporte de oxígeno a los tejidos.
- Disminución en la respiración tisular por su unión con el citocromo a3.
- Unión con la mioglobina, causando potencialmente disfunción de músculo miocárdico y esquelético. (28)

3.7.3 Patología.

Intoxicación Sobreaguda o Fulminante. No muy frecuente, provocada por una inhalación intensiva del CO con una concentración en el ambiente mayor a 1200 ppm. En estas situaciones se presenta una evolución rápida del cuadro, las víctimas caen al suelo, presentan convulsiones, y fallecen instantáneamente por síncope respiratorio cardíaco.

Intoxicación Aguda. Es una intoxicación común, su evolución es lenta, provocada por la exposición en un ambiente de CO en concentraciones entre 100 – 500 ppm, se desarrolla en tres procesos:

Período primero (pre-comatoso): Presenta una serie de fenómenos irritativos corticales, presencia de cefalea, calor, náusea, malestar, vómito, debilidad en extremidades inferiores (inmovilización), somnolencia, insensibilidad como paso previo al coma.

Período segundo (comatoso): Presencia de manchas rosáceas en el cuerpo, respiración débil, taquicardia (alteraciones por lesión, por hemorragias, o necrosis en el miocardio), contracturas musculares, fibrilación, hipotensión, pérdida del conocimiento, parálisis pupilar, pérdida total de los reflejos, con evolución al coma, durando de 2-3 días, si la víctima pasa este tiempo, el pronóstico empeora y provoca la muerte, producido por un paro respiratorio circulatorio o edema pulmonar.

Período tercero (pos-comatoso): Si la víctima sobrevive al período comatoso, pasa a un periodo donde el paciente se recupera poco a poco, quedando residuos de la intoxicación por cierto tiempo como: cefaleas, confusión mental con amnesia, debilidad muscular y fatiga. A medida de su recuperación el paciente puede presentar secuelas involucrando diversos órganos y sistemas como

- La piel, presentará un edema duro, rojizo y doloroso, exantemas y alteraciones tróficas.
- Los pulmones, presentará neumonías, congestión y edema agudo de pulmón.
- En el sistema nervioso, neuritis periférica y central que dan lugar a parálisis de los pares craneales, parkinismo, corea. Además, secuelas psíquicas como: confusiones, delirio, psicosis endógena, crisis de agitación psicomotriz.
- En el sistema endócrino, hipertiroidismo basedowiano, diabetes, suele presentarse hiperamilasemia.

Intoxicación Crónica. Es importante no confundir la sintomatología de una intoxicación aguda que es persistente y presenta efectos anoxiantes, con, una intoxicación crónica, puesto que presenta una acción tóxica general por interferencia en los procesos metabólicos celulares, al bloquear el efecto respiratorio de Warbug y citocromos. Conocida también como oxicarbonismo, este tipo de intoxicación es

causada por la inhalación de pequeñas dosis o remanentes de CO en nuestro organismo, que han sido adquiridos durante períodos de tiempo prolongado de exposición que varían entre 50-100 ppm. Los síntomas son menos severos y son menos perceptibles por lo tanto los pacientes pueden no ser diagnosticados y brindarles un diagnóstico erróneo. Se caracteriza por presentar síntomas como vértigo, astenia, poliglobulia, y manifestaciones dispépticas. (18)

3.7.4 Diagnóstico.

Para un enfoque diagnóstico se debe primar un alto índice de sospecha clínica, historial de exposición para evitar confusiones, el examen físico es el primero en realizarse para observar coloración rojo-cereza de la piel y mucosas, la sangre venosa de color rojo brillante para probar lesiones por inhalación de CO.

3.8 PRUEBAS DE LABORATORIO.

3.8.1 Carboxihemoglobina.

Cualitativas.

Las pruebas cualitativas nos darán la pauta de la existencia o no de carboxihemoglobina y la intensidad del color formado, indicará la proporcionalidad, a mayor color mayor cantidad de carboxihemoglobina, esta será cuantificada posteriormente.

- a) Prueba de la Katayama.
Fundamento: Este método se basa en que la sangre contiene varias formas de la forma reducida, la forma oxidada, y pequeñas cantidades de metahemoglobina, y el ácido acético actúa como ligando con la hemoglobina en la solución.
- b) Prueba de la dilución.
Fundamento: Consiste en la observación del color carminado típico de la sangre que contiene COHb, a diferencia del color amarillento de la sangre normal, cuando se la diluye convenientemente. Sensibilidad: Permite determinar concentraciones superiores al 25%.
- c) Prueba de NaOH.
Fundamento: La muestra se somete a dilución adicionando NaOH (hidróxido de sodio) al 10%, y se mezcla por inversión. La solución que contiene la sangre normal vira paulatinamente al color amarillo castaño por formación de la hematina alcalina, mientras que en el tubo "muestra" el color rosado-carminado permanece inalterable. Este ensayo se basa en la estabilidad de la COHb (dentro de ciertos límites) con respecto a la labilidad del pigmento hemático normal en las mismas condiciones de tratamiento.

Cuantitativas.

Es un exámen que se realiza en sangre venoso-arterial, para medir el porcentaje de la carboxihemoglobina presente.

- a. Métodos espectrofotométricos.
- b. Método de medición de COHb.

3.8.2 Oximetría.

La oximetría es un procedimiento para medir la concentración del oxígeno en la sangre. La prueba se utiliza en la evaluación de varias condiciones médicas que afectan a la función del corazón y los pulmones.

Oximetría de pulso.

Un oxímetro de pulso funciona haciendo pasar un haz de luz roja e infrarroja a través de un lecho capilar pulsante. La proporción de rojo a la luz infrarroja transmitida da una medida de la saturación de oxígeno de la sangre. El oxímetro funciona según el principio de que la sangre oxigenada es de un color más brillante de color rojo que el de la sangre sin oxígeno, que es más azul- púrpura. En primer lugar, el oxímetro mide la suma de la intensidad de ambos tonos de rojo, que representa las fracciones de la sangre con y sin oxígeno. El oxímetro detecta el pulso y a continuación, resta la intensidad de color detectado cuando el pulso está ausente. La intensidad restante de color representa sólo la sangre roja oxigenada. Esto se visualiza en la pantalla electrónica como un porcentaje de la saturación de oxígeno en la sangre.

3.9 Medición de Monóxido de carbono ambiental.

La medición de monóxido de carbono es necesaria para diversas aplicaciones, desde la automatización de los edificios y los invernaderos hasta la ciencia de la vida y la seguridad.

El monóxido de carbono y otros gases compuestos por dos o más átomos diferentes absorben la radiación infrarroja (IR) de una forma única y característica. Es posible detectar dichos gases mediante el uso de técnicas de IR. El vapor de agua, el metano, el dióxido de carbono y el monóxido de carbono son ejemplos de gases que pueden medirse por medio de un sensor de IR.

Se utilizó el medidor de monóxido de carbono AS8700A que nos permitió determinar la concentración exacta de monóxido de carbono en el ambiente y de esta forma asegurar que en lugares donde se emite monóxido de carbono (CO) la concentración se encuentra dentro de los límites adecuados que establece la legislación vigente para evitar la contaminación. Ver anexo 19.

4. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE.

Objetivos específicos	Categoría	Definición conceptual	Sub categoría	Definición operacional	Fuente informante	Indicadores
Documentar información relacionada con fuentes de contaminación de monóxido de carbono y efectos a la salud.	Documentación.	Recopilar información a través de fuentes documentales	<ul style="list-style-type: none"> Fuentes contaminantes. Efectos en la salud. 	<ul style="list-style-type: none"> Se revisaron diferentes tipos de fuentes para obtener información relacionada a la temática. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Libros. ✓ Manuales. ✓ Revistas. ✓ Trabajos de investigación. ✓ Páginas web. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación industrial. ➤ Contaminación vehicular. ➤ Contaminación por prácticas agrícolas. ➤ Efectos en la salud. ➤ Monóxido de carbono. ➤ Carboxihemoglobina.
Identificar fuentes contaminantes de Monóxido de carbono en los alrededores de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.	Fuentes contaminantes de Monóxido de carbono.	Son fuentes únicas, identificables y localizadas que producen Monóxido de carbono en grandes cantidades.	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación industrial. Contaminación vehicular. Contaminación por quemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se utilizó una guía de observación para valorar la presencia de fuentes contaminantes. Además, se realizó entrevista a agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudiantes ✓ Investigadores. ✓ Agricultores. ✓ Inspector del MAG 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Observación del ambiente (zona industrial). ➤ Observación de carga vehicular. ➤ Practica de

Objetivos específicos	Categoría	Definición conceptual	Sub categoría	Definición operacional	Fuente informante	Indicadores
<p>Realizar sondeo de mediciones ambientales de monóxido de carbono en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental utilizando el Medidor de monóxido de carbono AS8700A.</p>	<p>Mediciones ambientales de monóxido de carbono.</p>	<p>Cuantificación de la concentración de monóxido de carbono en el ambiente y de esta forma asegurar en qué lugares se emite monóxido de carbono (CO).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones en cinco puntos diferentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ e inspector del MAG para indagar sobre quemas. ▪ Se realizaron mediciones de monóxido de carbono con el medidor de monóxido de carbono AS8700A. ▪ Ficha de registro. 	<p>✓ Aparato de medición de monóxido de carbono AS8700A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ quemas. ➤ Razones de las quemas controladas. ➤ Beneficios. ➤ Efectos. ➤ Inconvenientes. ➤ Documentar los valores obtenidos de las mediciones de CO, en hoja de registro. ➤ Valores de referencia: Buena: 0 – 50 ppm. Moderada: 51-150 ppm Dañina: 151-200 ppm
<p>Identificar los efectos cognitivos que causan las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica.</p>	<p>Efectos cognitivos causados por las altas concentraciones de carboxihemogl</p>	<p>Dificultad para concentrarse y enfocar la atención a causa de las altas concentraciones de COHb sérica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para concentrarse e. • Altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica. 	<p>Se realizaron entrevistas a médico general, médico especialista neumólogo, anestesiólogo y docentes con el propósito de</p>	<p>✓ Médico general. ✓ Medico neumólogo. ✓ Docentes. ✓ Licenciado Anestesiólogo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apatía. ➤ Somnolencia. ➤ Desánimo. ➤ Ansiedad.

	obina sérica.			indagar el efecto que causa la disminución del oxígeno a nivel cerebral. Se entrevistó a laboratoristas clínicos del sector público y privado con el propósito de conocer la utilidad y disponibilidad de la prueba de carboxihemoglobina sérica.	go. ✓ Licenciados en laboratorio clínico.	➤ Utilidad y disponibilidad de la prueba.
Objetivos específicos	Categoría	Definición conceptual	Sub categoría	Definición operacional	Fuente informante	Indicadores
Indagar sintomatología relacionada con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica presente en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.	Sintomatología relacionada con las altas concentraciones de COHb.	Signos y síntomas resultantes de concentraciones fuera del rango de referencia para carboxihemoglobina sérica.	<ul style="list-style-type: none"> • Signos. • Síntomas. 	Se entrevistó a los estudiantes, con el fin de indagar sobre sintomatología relacionada con altas concentraciones de COHb.	✓ Estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apatía. ➤ Somnolencia. ➤ Desánimo. ➤ Ansiedad. ➤ Cefalea. ➤ Fatiga. ➤ Visión borrosa. ➤ Dificultad para respirar. ➤ Taquicardia.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Lugar de estudio.

La Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador está ubicada en el kilómetro 144 carretera al cuco, cantón El Jute a 6.5 kilómetros al suroriente de la ciudad de San Miguel en donde frente a las instalaciones se encuentra ubicado el Ingenio Chaparrastique.

La FMO cuenta con 6,602 estudiantes aproximadamente, que cursan por las diferentes carreras profesionales que ofrece dicha facultad.

5.1 TIPO DE ESTUDIO.

Según la naturaleza del estudio:

Cualitativa: Pues se utilizaron documentos para obtener información sobre los diferentes factores que pueden propiciar la presencia de Monóxido de carbono (CO), para ello se utilizó cédulas de entrevista y una guía de observación.

Porque se realizaron mediciones ambientales en cinco puntos de las instalaciones de la FMO, para poder constatar y describir la presencia de Monóxido de carbono.

Según las fuentes informantes:

Documentales: Porque se revisó teoría, estudios de tesis investigaciones, libros físicos y digitales.

De campo: Porque se indagó la carga vehicular que transita alrededor del lugar en donde se realizó el estudio.

Se hicieron diferentes cédulas de entrevista dirigidas a médico general, médico neumólogo, licenciados en laboratorio clínico del área pública y privada, licenciado en anestesiología e inhaloterapia con el objetivo de obtener información acerca de los conocimientos que tienen sobre la carboxihemoglobina y las pruebas para determinarla.

Inspector del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): Se entrevistó con el objetivo de conocer si los agricultores cumplen las leyes para el cuidado del medio ambiente.

Agricultor: Se le entrevistó para conocer sobre la cultura que tienen los agricultores sobre el cuidado del medio ambiente al momento de realizar labores agrícolas antes de las siembras.

Además, se realizaron entrevistas a Docentes y estudiantes. Para valorar efectos cognitivos y sintomatología relacionada a altas concentraciones de COHb en estudiantes de la FMO.

Según el alcance de la investigación:

Descriptiva: Se detallan los criterios por parte de las diferentes fuentes informantes.

5.2 Población

La FMO cuenta con un total de 6,602 estudiantes, de los cuales se tomó un grupo en estudio de 37, por motivos de la pandemia por Covid-19.

5.3 Recolección de datos

Esta se llevó a cabo a través de cédulas de entrevista (Ver Anexo No.12), guía de observación (Ver Anexo No.13) y ficha de registro (Ver Anexo No.14) para recopilar datos relevantes para la investigación. Según se describe en la Tabla 4.

Tabla 4. Técnicas de recolección de información, instrumentos y fuentes informantes.

Técnicas de recolección de información		Instrumento	Fuente Informante
Documentales	Bibliográficas	Ficha bibliográfica	Libros (físicos y digitales) Tesis revistas científicas, documentos, manuales
De campo	Observacionales	Guía de observación	Estudiante Instalaciones Alrededor de las instalaciones
	Entrevista	Cédula de entrevista	Médico general Médico Neumólogo Laboratorista clínico público y privado Lic. en Anestesiología Inspector del MAG Agricultor Estudiante Docente
	Mediciones	Medidor de CO AS8700A	Ficha de registro

Fuente: Creación propia.

5.4 Consideraciones éticas.

El consentimiento informado lo otorga una persona competente que haya recibido la información necesaria, y haya entendido debidamente la información, y sin que se la haya sometido a coerción o intimidación decidió colaborar.

El consentimiento que se le pidió a cada fuente informante dice de la siguiente manera:

- **JUSTIFICACIÓN:** Con esta cédula de entrevista se pretende conocer por qué se realizan algunas prácticas agrícolas como la quema y cuáles son sus beneficios.

- **ACLARACIONES:**

- ◇ Se mantendrá el anonimato.
- ◇ La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
- ◇ Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- ◇ ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si	No
----	----

5.5 Plan de Análisis.

«La triangulación se refiere al uso de varios métodos de fuentes de datos, de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno» (31).

Dentro del marco de una investigación cualitativa, la triangulación comprendió el uso de varias estrategias al estudiar este mismo fenómeno (cédulas de entrevistas individuales, guías de observación, fichas de registro). Al hacer esto, se reduce el sesgo y las fallas metodológicas aumentando la validez de los hallazgos.

Una vez se realizaron las entrevistas, se procedió a la triangulación de estas, cuadrando los datos, por ser una situación especial donde no se pudo tener acercamiento con ninguno de los participantes debido a la situación de pandemia por COVID19 se utilizaron herramientas especializada como lo es Google docs (Ver Anexo No.21)

5.6 Procedimiento.

La investigación se dividió en dos partes. La primera contiene la realización del tema, la formulación del problema, la revisión de bibliografía para realizar el marco teórico, se formuló el problema y se trazaron los objetivos, general y específicos y se operacionalizaron las variables

La segunda parte comprende la realización de una serie de instrumentos para poder cumplir los objetivos (entrevistas, mediciones de monóxido de carbono, guía de observación) dirigidos a médicos generales y especialistas, anesthesiólogos, licenciados en laboratorio clínico de la red pública y privada; a estudiantes, docentes, agricultores e inspectores del ministerio de agricultura y ganadería.

Después de entrevistadas las personas de interés, se procede a realizar la etnografía de los resultados y a partir de estos se realizarán conclusiones y recomendaciones (Ver Anexo No.22)

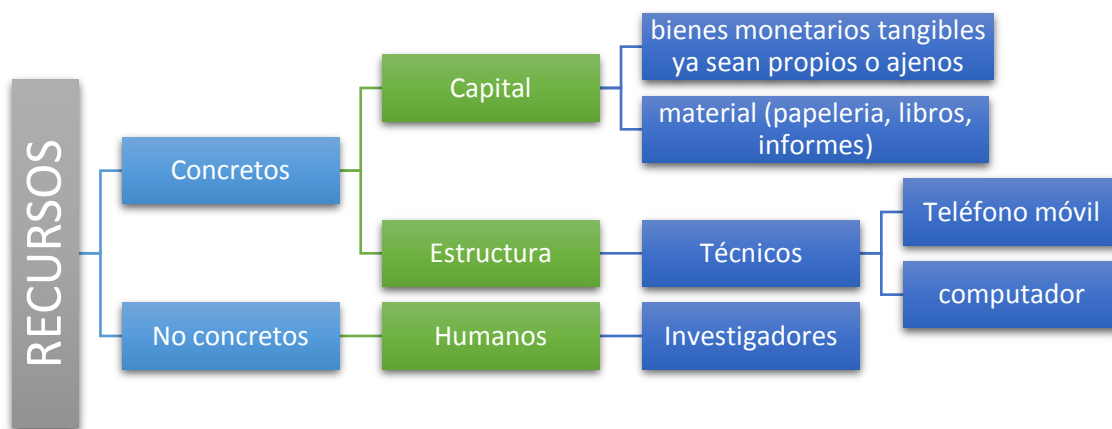
Recursos a utilizar.

Para esta investigación se utilizaron recursos: concretos y no concretos; estos a su vez se dividen en subcategorías, todos útiles, necesarios e importantes para la investigación.

- Recursos concretos

- Capital que es el dinero o bienes monetarios tangibles ya sean propios o ajenos para diversas actividades como el pago de paquetes de internet necesario para reuniones, investigación, consultas, asesorías, entre otras.
- Material donde se desprenden la obtención de papelería, libros, informes, revistas y diccionarios.
- Estructura o estructurales, que comprende los recursos técnicos que son el teléfono móvil necesario para mantener la comunicación, reuniones entre investigadores y asesor, para la toma de fotografías; el computador necesario para digitar, investigar y mantener reuniones.
- Recursos no concretos, son los recursos humanos imprescindibles y necesarios para la realización de la disertación.

Tabla 5 Clasificación de los recursos de la investigación.



Fuente: Creación propia.

6. PROCESAMIENTO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

A continuación, se presenta la información recopilada de los instrumentos utilizados en esta investigación. Esta información se obtuvo por medio de cédulas de entrevista (realizadas en formularios Google), guía de observación y registro de mediciones de monóxido de carbono ambiental; la finalidad de estos instrumentos fue recoger, generar, analizar y presentar estos resultados que cumplan con los objetivos propuestos.

Las cédulas de entrevista fueron aplicadas a estudiantes, docentes, médico general, médico neumólogo, agricultor, inspector del Ministerio de Agricultura y Ganadería, laboratoristas y anestesiólogo. El propósito fue obtener información de la población

en estudio, profesionales de la salud relacionados al tema y otros colaboradores, cuya información confirmara lo que la teoría dice.

La guía de observación fue resuelta por el grupo investigador, con el propósito de identificar fuentes contaminantes alrededor de la facultad.

El registro de mediciones de monóxido de carbono, se realizó en un período de 15 días, definiendo cinco puntos estratégicos que fueron: Parada de buses, agronomía, cafetines, biblioteca y edificios de medicina; para ello se hizo uso del aparato medidor de monóxido de carbono AS8700A.

Para un mejor entendimiento del procesamiento y presentación de los resultados se muestran las técnicas y finalidad de cada una de estas.

Técnica	Finalidad
Revisión documental	Evidencia teórica de efectos cognitivos producto de la presencia de COHb sérica.
Guía de observación. Entrevista al agricultor. Entrevista a inspector del MAG. Cédula de entrevista a estudiantes (37).	Determinar las fuentes contaminantes en la FMO.
Mediciones de monóxido de carbono en el ambiente	Registro de niveles de Monóxido de Carbono en la FMO (cinco puntos).
Entrevista a Médicos, anestesistas, docentes y estudiantes.	Valoración de efectos cognitivos.
Revisión documental. Entrevista a Médicos y estudiantes.	Sintomatología relacionada a altas concentraciones de COHb en estudiantes de la FMO.

Fuente: Creación propia.

6.1. Evidencia teórica de efectos cognitivos producto de la presencia de COHb sérica.

Se muestra la evidencia teórica encontrada gracias a la revisión documental que comprueban que hay alteración cognitiva en personas expuestas al monóxido de carbono.

Tabla 6. Documentos teóricos que evidencian los efectos a la salud a causa de fuentes de CO.

Fuente	Nombre del documento	Síntomas cognitivos
Rolando René Núñez Naranjo (Año 2015).	Determinación de los niveles de carboxihemoglobina y repercusión en la salud de los trabajadores del botadero	<ul style="list-style-type: none"> • Confusión. • Irritabilidad. • Trastornos en la conducta.

	municipal de la ciudad de Ambato.	
Guillermo Soto Rojas M.C. Teresa Márquez Cabrera, M.C. (Año 2014).	Niveles de carboxihemoglobina en la población de Puebla y sus implicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Hipoxia.
Rafael A. Ponce Terashima (Año 2005).	Variación del nivel de carboxihemoglobina en corredores aficionados en ambientes con tránsito de vehículos motorizados en el distrito de San Isidro.	<ul style="list-style-type: none"> • Cefalea. • Mareos. • Confusión.
Fuente	Nombre del documento	Síntomas cognitivos
Daniel Andrés Suarez (Año 2019).	Niveles de carboxihemoglobina como producto de intoxicación por monóxido de carbono en personas fumadoras, fumadores pasivos y ex fumadores en el sur de Guayaquil, 2019.	<ul style="list-style-type: none"> • Desorientación. • Visión borrosa.
Jesús Fleta Zaragozano Elena Lucas Sáez Ana Ferrer Dufol José Luis Olivares López (Año 2004).	Epidemiología y clínica de la intoxicación por monóxido de carbono en la infancia y adolescencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Cefaleas. • Mareos. • Alteraciones del nivel de conciencia.
Mercedes Jaimes de Pino Libardo Hernández Esquivel (Año 1990).	Determinación de niveles sanguíneos de carboxihemoglobina como función de la exposición al monóxido de carbono En la ciudad de Bogotá.	<ul style="list-style-type: none"> • Nerviosismo. • Hiperplexia*. • Trastornos de comportamiento.
Roxana Mallqui José Apesteguía (Año 2019).	Niveles de carboxihemoglobina en policías de tránsito de la ciudad de Huancayo, 2019.	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalías en el sistema nervioso central (trastornos de comportamiento).
J.L. Bianchi F. Báñez D. De la Iglesia R. Alcázar y col. (Año 1995).	Influencia del tipo de calefacción doméstica en el nivel de carboxihemoglobina.	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo. • Sueño.
Herminia Buchelli Ramírez Ramón Fernández	Niveles elevados de carboxihemoglobina: Fuentes de exposición a	<ul style="list-style-type: none"> • Cefalea matutina.

Álvarez y col. (Año 2013).	monóxido de carbono.	
C. Fons Estupiñáa P. Arnauda Espatolero y col. (Año 2019).	Intoxicación por monóxido de carbono.	<ul style="list-style-type: none"> • Mareos. • Cefaleas. • Alteraciones del nivel de conciencia.

Fuente: Elaboración propia por medio de búsqueda en Google school.

*Hiperplexia: Síndrome clínico poco común caracterizado por sobresaltos enérgicos y generalizados en respuesta a estímulos triviales generalmente acústicos o táctiles.

El cumplimiento del primer objetivo específico **“Documentar información relacionada con fuentes de contaminación de monóxido de carbono y efectos a la salud”** se ve realizado con la Tabla No.6 que con la ayuda de la herramienta multimedia Google publish or perish, hace concordancia con la meta propuesta, además de lo presentado en el marco teórico; indiscutiblemente estudios realizados han enfocado a documentar los efectos en la salud de diferentes grupos cuando son expuestos a fuentes de monóxido de carbono y son teóricamente compatibles con el encuadre general. Entre los efectos encontrados están: Confusión, irritabilidad, trastornos en la conducta, hipoxia, cefalea, mareos, desorientación, visión borrosa, alteraciones del nivel de conciencia, nerviosismo, hiperplexia, anomalías en el sistema nervioso central, esfuerzo, sueño.

6.2. Determinar las fuentes contaminantes en la FMO.

Se llevó a cabo una estimación de la emanación de gases (específicamente CO) generada por la flota vehicular que transita frente a la FMO, por las eras en incendios controlados y en época de zafra azucarera; a través de una guía de observación y una ficha de registro del CO ambiental.

6.2.1. Guía de observación

Tabla 7. Información recopilada por observación

Aspecto	Respuesta	
Observación general del ambiente	Húmedo y caluroso	
Observación de humo proveniente de:	Eras	
	Trafico	
Emisión de gases visible por el tráfico vehicular:	Motocicletas	
	Automóviles	
	Autobuses (transporte público)	
	Transporte de carga	
Carga vehicular:	Motocicleta	143 x h

	Automóvil	405 x h
	Autobús (transporte público)	36 x h
	Transporte de carga	83 x h

Fuente: Información de la guía de observación realizada en la FMO

Se observó humo visible (combustión incompleta) proveniente de eras pequeñas y los medios de transporte a gasolina o diésel. Las emisiones de vehículos automotores están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de muchos procesos diferentes, de estas, se consideran con mayor frecuencia las emisiones del escape, resultantes de la combustión del combustible. El contaminante de interés es el monóxido de carbono, aunque la ecuación básica utilizada para estimar las emisiones de los vehículos automotores involucra los datos de actividad vehicular y un factor de emisión.

$$E_p = KRV \times FE_p$$

Donde:

E_p = Emisiones totales del contaminante p

KRV = Kilómetros recorridos por el vehículo

FE_p = Factor de emisión del contaminante p

Para los vehículos automotores, los datos de actividad se refieren a los kilómetros recorridos por el vehículo (KRV), mientras que los factores de emisión se expresan en unidades de gramos de contaminación, pero la limitante para saber estos datos de los automotores que pasaron frente a las instalaciones de la universidad, obliga a tomar de referencia a los resultados de Tipanluisa (2017) que en su investigación indica que la menor emisión de CO fue un valor de 0,01 %V a 700 rpm (para un vehículo de menos de 10 años, usando gasolina premium y sin emisiones de gases visibles) (32), que se traduce según el ICCA en “buena” aumentando así el nivel de contaminación a “moderada” o “dañina para grupos sensitivos” en vehículos (familiares) del cual la combustión de la mezcla y emisiones de escape hacen visible la contaminación; si vemos la carga vehicular por hora y los automotores que transitan con emisiones de gases, podemos deducir que la nube de gas dañina, el clima, el viento y otros factores hacen recorrer esta nube a las instalaciones de la universidad. Estas mismas deducciones se pueden generalizar a las otras fuentes contaminantes (quemadas controladas, cafetines, ingenio), que se evidencian en la guía de observación.

6.2.2. Cédulas de entrevista.

Tabla 8. Información recopilada en la entrevista al Inspector del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su cargo?	25 años
2. ¿Por qué realizan las prácticas de quemas controlados en las eras (terreno de cultivo) los agricultores?	es la forma más económica de mejorar el pastizal así se permite la renovación, aunque es mejor practica el forrajeo y menos peligrosa.
3. ¿En qué meses del año se acostumbra realizar esta práctica?	Justo después de la cosecha en algunos prados, pero en los cañales es una costumbre mala hacerlo cuando se va a cortar porque es más fácil.
4. ¿Con qué frecuencia se realiza esta práctica de quemas?	Casi todo el año, aunque ahora está prohibido.
5. ¿Considera que todos los agricultores acostumbran a realizar esta práctica?	No todos, pero la mayoría de cañeros sí.
6. ¿Hasta qué nivel es permitido realizar este tipo de incendios?	No están permitidos, desde 2019 se están implementado las buenas prácticas agrícolas para incentivar la cosecha verde.
7. ¿Qué acciones legales toman con los responsables de estos incendios?	Nunca se encuentra responsable directo y muchas autoridades no hacen nada, la impunidad gobierna en este país.
8. ¿En base a que artículos de la ley del medio ambiente se amparan?	Los vacíos legales existen para que cualquiera salga impune.
9. ¿Los agricultores tienen conocimiento sobre estas leyes y sus sanciones?	Saben que es ilegal y dañino para el ambiente y para ellos mismos, pero porque están acostumbrados es muy difícil quitar esa costumbre.
10. ¿Cómo se las dan a conocer?	Hay programas, como la de buenas prácticas agrícolas, cuando se les dan las semillas mejoradas.
11. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?	Que a pesar de haber leyes estas están sobre papel, pero no se llevan a cabo.

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista.

Tabla 9. Información recolectada del agricultor.

Preguntas	Respuestas
1. ¿Cuánto tiempo tiene de ser agricultor?	28 años.
2. ¿Qué es lo que más le gusta de la agricultura?	Me gusta cultivar por la tradición que me dejaron mis abuelos y para obtener

	buenas cosechas, bueno siempre con la bendición de Dios.
3. ¿Cuál es el procedimiento que hace antes de realizar una siembra en la tierra?	Primero chapodo la maleza del terreno, depende de cómo quede de maleza (pues a veces hay mucha) se hacen bordas. Aunque sale mejor quemar el terreno.
4. ¿Por qué se realizan las quemas controladas en las eras (terreno de cultivo)?	Para tener un terreno más limpio, aunque esto trae ventajas y desventajas.
5. ¿Cada cuánto tiempo se realiza esta práctica?	Se realiza cada 6 meses siempre calculando el tiempo de siembra según las estaciones de invierno y verano.
6. ¿En qué meses del año generalmente se realiza esta quema?	La primera se hace en abril para las siembras de invierno y la otra en junio para la siembra de verano o siembra postreras
7. ¿Cuáles son los beneficios al realizar la quema controlada de eras?	Primero que el cultivo nace en terreno libre de maleza, la ceniza que queda le sirve de abono para el cultivo. Se evita el uso de herbicidas y por lo tanto hay menos gasto económico.

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista.

Tabla 10. Información recopilada de estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Característica	Categoría	F
Ha notado la presencia de	Hollín	37
	Humo	37
	Humo proveniente del ingenio	37
	Mal olor	37
	Ruido	37
Durante la zafra ha presentado síntomas dentro de la FMO	Somnolencia	18
	Dolor de cabeza	32
	Taquicardia	1
	Dificultad para respirar	5
	Ansiedad	13
En qué lugar fuera de la FMO presenta síntomas	Transporte público abarrotado	24
	Lugares concurridos	8
	Lugares cerrados	8
	En la terminal de buses	17

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista

Por medio de la guía de observación, las entrevistas y las deducciones muestran que existe una gran cantidad de fuentes contaminantes visibles (quemadas, hollín, carga vehicular) e invisibles (ruido, mal olor) de monóxido de carbono, por lo que se cumple el objetivo: **Identificar fuentes contaminantes de monóxido de carbono en los alrededores de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.**

6.3. Registro de niveles de Monóxido de Carbono en la FMO (cinco puntos).

Se realizaron mediciones de monóxido de carbono en cinco puntos establecidos en la FMO: Parada de buses, agronomía, cafetín, biblioteca y edificios de medicina. Las mediciones fueron hechas en quince días y el resultado se registró en la siguiente tabla.

Tabla 11. Ficha de registro de mediciones de CO ambiental de la FMO.

Día	Parada de buses	Agronomía	Cafetín	Biblioteca	Edificios de medicina
1	56 ppm	30 ppm	25 ppm	10 ppm	9 ppm
2	40 ppm	30 ppm	20 ppm	10 ppm	10 ppm
3	38 ppm	20 ppm	18 ppm	15 ppm	5 ppm
4	60 ppm	19 ppm	30 ppm	17 ppm	9 ppm
5	35 ppm	9 ppm	20 ppm	25 ppm	12 ppm
6	46 ppm	15 ppm	20 ppm	22 ppm	18 ppm
7	30 ppm	9 ppm	20 ppm	15 ppm	5 ppm
8	48 ppm	9 ppm	0 ppm	14 ppm	0 ppm
9	45 ppm	9 ppm	40 ppm	35 ppm	12 ppm
10	32 ppm	9 ppm	25 ppm	22 ppm	10 ppm
11	35 ppm	18 ppm	17 ppm	11 ppm	10 ppm
12	41 ppm	9 ppm	15 ppm	9 ppm	5 ppm
13	36 ppm	15 ppm	21 ppm	15 ppm	2 ppm
14	65 ppm	9 ppm	2 ppm	4 ppm	5 ppm
15	50 ppm	11 ppm	3 ppm	5 ppm	3 ppm

Fuente: Ficha de registro de medición de monóxido de carbono ambiental realizada por el grupo investigador.

Algunas de las propiedades fisicoquímicas de esta sustancia, permiten definir al CO como un gas inodoro, incoloro, insípido, no irritante, inflamable y potencialmente explosivo, que en ocasiones se comporta como un compuesto relativamente inerte, por lo que necesita la interacción con algunos contaminantes como el ozono y oxígeno para aumentar su letalidad; pero en realidad, se difunde con gran rapidez en el medio ambiente. En el organismo se une con el grupo hemo de moléculas de hemoglobina al interior de los glóbulos rojos, para formar compuestos de carboxihemoglobina, desplazando al oxígeno y evitando su transporte hasta las células del organismo.

En la mayoría de los casos, el CO es el producto de la combustión incompleta de hidrocarburos como la gasolina durante el funcionamiento de motores de vehículos, puede producirse a partir de incendios de eras, emanaciones del ingenio. Por consiguiente, la exposición a este tóxico es de mayor preocupación desde el punto de vista accidental, doméstico y ocupacional; así que **“Realizar sondeo de mediciones ambientales de monóxido de carbono en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental utilizando el Medidor de monóxido de carbono AS8700A”** pone en evidencia la calidad del aire que respiran los estudiantes; estos cálculos se clasificaron de acuerdo al índice de medición de la calidad del aire con relación a los valores de monóxido de carbono que respiran los estudiantes.

6.4. Valoración de efectos cognitivos.

Se presenta la valoración de los docentes sobre el comportamiento de los estudiantes en las instalaciones de la facultad.

Tabla 12. Información recopilada de tres docentes de la FMO.

Característica	Categoría	F
Tiempo de ejercer la profesión	1 – 5 años	1
	6 – 10 años	1
	Más de 10 años	1
Número de estudiantes que suele recibir en clases	Menos de 40	1
	Más de 40	2
Horario de mayor apatía	Tarde	3
Razones por la apatía en clases	Horario	1
	Cansancio	2
	Clima	2
	Otros	1
Comportamiento de los estudiantes en clases	Ansiedad	1
	Somnolencia	3
	Poca o ninguna participación	1
	Acalorados	2

	Hambrientos	1
Los alumnos se quedan dormidos en su clase	Si	2
	No	1
Ciclo en lo que estos síntomas son más marcados	I	1
	II	2
Considera que hay contaminación ambiental	si	3
Manera de que los estudiantes son afectados por la contaminación	Aérea	1
	SÍ, por el mal olor que se desprende de la zafra y el ruido que a veces es insoportable.	1
	Problemas respiratorios, apatía, signos y síntomas que se confunden con desinterés, perones debido a las condiciones ambientales	1
Desea agregar algo	No	1
	No	1
	La zafra es uno de los principales factores que afectan a los estudiantes, pero no el único.	1

Fuente: Cédula de entrevista a docentes de la FMO.

Según información brindada por los docentes, se reconoce comportamientos como ansiedad, somnolencia y cansancio en los estudiantes; según la teoría estos son parte de la sintomatología descrita en las fuentes teóricas que hacen referencia a concentraciones de carboxihemoglobina sérica.

6.5. Sintomatología relacionada a altas concentraciones de COHb en estudiantes de la FMO.

La exposición al CO puede conllevar a la manifestación de cefaleas, vértigos, debilidad muscular, náuseas o vómitos, pérdida del conocimiento, alteraciones visuales, dolores torácicos y dolor abdominal. A raíz de las diferentes complicaciones que puede desarrollar las personas expuestas, la Organización Mundial para la Salud (OMS) ha definido algunos parámetros relacionados con estas concentraciones. Por tal motivo, un sujeto en este caso específico estudiantes no puede exceder a una exposición de 10ppm de CO durante una jornada de 8 horas continuas en un ambiente abierto, ni 90ppm durante 15 minutos en la misma jornada en las mismas condiciones (33) (Ver Anexo No.21). Valorando lo resultados obtenidos de las mediciones de CO en los diferentes puntos de la FMO, las personas (estudiantes, administrativos y docentes), están expuestas constantemente a altas concentraciones de este gas por lo que sus niveles de COHb podrían estar fuera del rango de referencia (Ver Tabla 11).

6.5.1. Médicos.

Tabla 13. Información recopilada en cédula de entrevista que se realizó a Médico General.

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuánto tiempo tiene de ejercer la profesión?	10 años
2. ¿Según su experiencia, las consultas por intoxicación son comunes?	Si
3. ¿Qué tipo de intoxicaciones son más frecuentes?	Hipoxemias, por desbalances aniónicos
4. ¿Según sus conocimientos, ¿qué nos puede decir acerca de la carboxihemoglobina?	Es debida a la sustitución de la función adecuada de la hemoglobina, con su consiguiente efecto dañino al cuerpo humano
5. ¿De acuerdo con su criterio, en que personas recomendaría la medición de carboxihemoglobina?	Insuficiencia respiratoria.
6. ¿Cuál es la sintomatología que suelen presentar los pacientes con intoxicación por monóxido de carbono?	Cianosis peribucal y ungueal.
7. ¿Qué pruebas de laboratorio recomiendan en caso de presentarse intoxicación por monóxido de carbono?	Gases arteriales.
8. ¿Cómo considera que el monóxido de carbono afecta al ser humano?	No oxigenando de forma adecuada los tejidos.
9. ¿A nivel cognitivo puede existir daño provocado por altas concentraciones de carboxihemoglobina?	Si.
10. ¿Considera importante la determinación de carboxihemoglobina en población expuesta a fuentes contaminantes de monóxido de carbono?	Si.
11. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?	Muy claro todo.

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista

Tabla 14. Información recopilada en cédula de entrevista que se realizó a Médico Neumólogo.

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuánto tiempo tiene de ejercer la profesión?	7 años
2. ¿Según su experiencia, las consultas por intoxicación son comunes?	Si
3. ¿Es común recibir pacientes intoxicados por inhalación de monóxido de carbono?	No
4. Según sus conocimientos, ¿qué nos puede decir acerca de la carboxihemoglobina?	<p>La carboxihemoglobina (COHb) es una proteína, resultante de la unión de la hemoglobina con el monóxido de carbono (CO) el cual una vez en la sangre tiende a unirse de esta manera.</p> <p>La hemoglobina presenta una mayor afinidad por el CO, aproximadamente unas 210 veces más, que por el oxígeno; desplazando a éste fácilmente. A causa de la afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina, hay una formación progresiva de COHb; esta formación depende del tiempo que dure la exposición al CO, de la concentración de este gas en el aire inspirado y de la ventilación alveolar.</p>
5. ¿De acuerdo con su criterio, en que personas recomendaría la medición de carboxihemoglobina?	Pacientes expuestos a mas de casa, empleados de industrias del gas,
6. ¿Cuál es la sintomatología que suelen presentar los pacientes con intoxicación por monóxido de carbono?	Según los niveles de CO aumentan y permanecen sobre 70 ppm, los síntomas se hacen más evidentes y pueden incluir dolor de cabeza, fatiga y náusea. Cuando la concentración de CO se mantiene sobre los 150 y 200 ppm la desorientación, la pérdida de conciencia y la muerte son posibles. Así también náuseas, vómitos, desorientación, cianosis y muerte.
7. ¿Qué pruebas de laboratorio	DLCO.

recomiendan en caso de presentarse intoxicación por monóxido de carbono?	
8. ¿A nivel cognitivo puede existir daño provocado por altas concentraciones de carboxihemoglobina?	Cuando hay presencia de monóxido de carbono, mucho más afín a la hemoglobina que el oxígeno, ocupa los lugares que tendría que ocupar éste, desplazándolo en el transporte sanguíneo. La carboxihemoglobina nos quita el oxígeno, que es una de nuestras moléculas de la vida.
9. ¿Si el paciente presenta intoxicación por monóxido de carbono puede desarrollar algún daño cerebral, pulmonar o de cualquier otra índole con el paso del tiempo?	Según el grado y el tiempo de exposición, la intoxicación con monóxido de carbono puede provocar lo siguiente: Daños cerebrales permanentes. Daño al corazón, que puede provocar complicaciones cardíacas que ponen en riesgo la vida. Muerte fetal o aborto espontáneo. Muerte.
10. ¿Considera importante la determinación de carboxihemoglobina en población expuesta a fuentes contaminantes de monóxido de carbono?	Por supuesto.
11. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?	Medidas de prevención.

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista.

La carboxihemoglobina afecta al ser humano no oxigenando de forma adecuada los tejidos y puede provocar daños cerebrales permanentes por lo cual, es imperante aplicar medidas de prevención ante su exposición y valorar la importancia de la determinación de COHb sérica en poblaciones que están expuestas, como los estudiantes de la FMO.

6.5.2. Profesionales en Laboratorio Clínico.

Tabla 15. Información recopilada de tres profesionales en Laboratorio Clínico del área privada.

Característica	Categoría	F
Tiempo de ejercer la profesión	Menos de 10 años	1
	Más de 10 años	2
¿Sabe que es la COHb?	Si	3

¿En qué pacientes o personas cree podría ser útil la prueba de carboxihemoglobina sérica?	En personas expuestas a factores predisponentes como viven cercanos a fábricas azucareras, aceiteras, etc. (siempre y cuando las tomas de muestras sean cerca de la fuente en estudio), para estudios epidemiológicos o de casos y controles.	1
	Pacientes con problemas de hemoglobina o renales.	1
	Pacientes problemas de Parkinson que presentan dolores de cabeza en exceso(cefalea) hipertensión arterial.	1
¿Cuáles podrían ser las condiciones del paciente o personas para realizare esta prueba?	La única condición que se requiere es que la toma de muestra sea domiciliar, ya sea en la casa de habitación, en el trabajo o en el lugar donde se sospeche está causando emisiones de CO.	1
	Ninguna.	1
	Desorientación, falta de oxígeno cansancio fatiga...	1
¿En dónde obtuvo el conocimiento de este tipo de prueba?	Por cuenta propia al asesorar tesis de niveles séricos de carboxihemoglobina, en libros, tesis, monografías, estudios internacionales.	1
	Google.	1
	Universidad e investigación por internet.	1
¿Dónde labora ha realizado la prueba de COHb?	No	3
¿Cuál es el costo estimado de la prueba?	3 a 5 dólares	1
	No tengo conocimiento	2
Parámetros que miden los gases arteriales	Presión de oxígeno, presión de CO2, pH sanguíneo, bicarbonato, presión de oxihemoglobina.	3
¿Ha realizado referencia de esta prueba?	No	3
¿Algún laboratorio realiza esta prueba?	No	1
	Si	1
	Desconozco	1
¿Por qué no se le da importancia a la prueba?	Porque no es de utilidad diagnóstica sino de utilidad epidemiológica o de estadística; la prueba, aunque más fiel que los gases arteriales no deja de ser inútil sino se toma en el lugar de exposición.	1

	No es una prueba de rutina y no es de mucha demanda por lo tanto no es muy conocida o quizá el costo no sea muy accesible.	1
	No muchos la conocen y «por eso no la realizan»	1
Desea agregar algo más a la entrevista	Si, la prueba es muy confiable pero la comodidad de los profesionales en laboratorio no permiten realizarla debido a que no hay un reactivo comercial, sino uno que debe llevar todo el proceso de preparación y muchos no saben preparar soluciones; además que, aunque es de bajo costo y por ser poco conocida no sería solicitada.	1
	No	1
	No	1

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista

Tabla 16. Información recopilada de cuatro profesionales en Laboratorio Clínico del área pública.

Característica	Categoría	F
Tiempo de ejercer la profesión	Menos de 10 años	1
	Más de 10 años	3
Conocimiento de la COHb	Si	3
	No	1
Donde obtuvo este conocimiento	Amigos	1
	Internet	3
Importancia de la prueba	Por q según qué cuando este tipo de CO2 es tóxico y no debemos olvidar q la por la sangre es que llevamos oxígeno a nuestro cerebro	1
	Para medir toxicidad en el cuerpo	3
Donde labora ha realizado esta prueba	No	4
Condiciones del paciente para la medición de gases arteriales	Debe de estar por lo menos «q p minutos en reposo»	1
	No sé	3
Razones por la que la COHb no se le da importancia	Queda a criterio del médico	1

	Por su alto costo	1
	No sé	2

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista.

La determinación de carboxihemoglobina sérica no es una prueba rutinaria, también es una prueba de la cual no se tiene mucho conocimiento en su aplicación salvo para investigaciones (Casos y controles, epidemiológicas, ambientales).

Tabla 17. Información recopilada en cédula de entrevista que se realizó a licenciado en Anestesiología e Inhaloterapia.

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuánto tiempo tiene de ejercer la profesión?	10 años
2. ¿Antes de la pandemia era común recibir pacientes intoxicados por inhalación de monóxido de carbono?	No
3. ¿Según sus conocimientos, ¿qué nos puede decir acerca de la carboxihemoglobina?	Es una proteína que prácticamente es el resultado de la unión de la hemoglobina con el monóxido de carbono
4. ¿Cómo anestesista e inhaloterapeuta, es importante la medición de carboxihemoglobina en un paciente con intoxicación por monóxido de carbono?	Si
5. ¿Qué otras pruebas realizan para valorar la disminución de oxígeno?	oximetría de pulso y gasometría arterial
6. ¿Considera importante la determinación de carboxihemoglobina en población expuesta a fuentes contaminantes de monóxido de carbono?	Si
7. ¿Cuáles serían las condiciones del paciente para realizar la prueba de carboxihemoglobina?	Intoxicados
8. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?	La prueba no se realiza en el hospital, por lo tanto, no se cuenta con mayor información.

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista.

El manejo de los pacientes intoxicados por CO se limita a realizar pruebas de gabinete como son: oximetría de pulso y los gases arteriales; y no se tiene conocimiento de la prueba de carboxihemoglobina sérica y tampoco se realiza en los centros hospitalarios.

6.5.3. *Estudiantes.*

Tabla 18. Información recopilada en cédula de entrevista que se realizó a estudiantes de la FMO.

Característica	Categoría	F	%
Carrera	Licenciatura en laboratorio clínico	26	70.27
	Ingeniería agronómica	4	10.81
	Lic. En Fisioterapia y Terapia Ocupacional	3	8.10
	Lic. en Anestesiología	2	5.40
	Doctorado en medicina	1	2.70
	Licenciatura en Psicología	1	2.70
Total		37	100%
Nivel de la carrera	Primer año	0	0
	Segundo año	4	10.81
	Tercer año	4	10.81
	Cuarto año	4	10.81
	Quinto año	14	37.83
	Egresado	10	27.02
Total		37	100%
Fuma	Si	2	5.4
	No	35	94.6
Total		37	100%
Cantidad de cigarrillos diarios	2 a 3 cigarrillos	2	100%
Medio de transporte	Transporte publico	33	89.2
	Transporte propio	4	10.8
Total			100%
Tiempo de permanencia en la FMO	De 1 a 3 horas	6	16.2
	De 4 a 7 horas	17	45.9
	Más de 7 horas	14	37.8
Total		37	100%
Mayor tiempo de permanencia (antes de la pandemia)	Aula de clases	29	78.4
	Agronomía	4	10.8
	Biblioteca	2	5.4
	Otro	2	5.4
Total		37	100%
Síntomas presentados dentro de la FMO	Dolor de cabeza	29	78.4
	Nauseas	6	16.2
	Somnolencia	15	40.5
	Visión borrosa	7	18.9

	Mareos	2	5.4
	Dificultad para respirar	1	2.7
	Apatía y desgano	13	35.1
	Falta de concentración	28	75.7
	Cansancio extremo	13	35.1
Causa probable de estos síntomas	Horario de clases	24	17.91
	Hambre	19	14.17
	Cansancio	35	26.11
	Clima	17	12.68
	Tiempo que se tarda en llegar	18	13.43
	Contaminación por el ingenio	11	8.20
	Contaminación por quemas	3	2.23
	Contaminación vehicular	7	5.22
Total		134	100%
Durante la zafra se siente cambio en el ambiente	Si	34	91.9
	No	3	8.1
Total			100%

Fuente: Información recolectada de la cédula de entrevista.

Con la información recabada, tanto de las entrevistas como del marco teórico, se relacionan los síntomas más comunes que se pueden presentar en la intoxicación, leve, moderada y grave por intoxicación por CO y por ende la elevación de los niveles de carboxihemoglobina, cumpliendo con el objetivo de: **Indagar sintomatología relacionada con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica presente en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.** Según datos reunidos de la cédula de entrevista, la población de la FMO si presentan síntomas relacionados con las altas concentraciones de COHb sérica.

7. REFLEXIONES FINALES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de “Carboxihemoglobina sérica en estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador”, se puede concluir:

- Existe información internacional que relaciona las fuentes de contaminación de monóxido de carbono con la salud.
- En la información bibliográfica revisada, se enlistan los efectos en la salud (confusión, irritabilidad, trastornos en la conducta, hipoxia, cefalea, mareos, desorientación, visión borrosa, alteraciones del nivel de conciencia, nerviosismo, hiperplexia, esfuerzo, sueño) cuando una persona está expuesta a alguna fuente de monóxido de carbono.
- Existen alrededor de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, diversos tipos de fuentes contaminantes como: Ingenio azucarero que se encuentra frente a las instalaciones de la facultad, carga vehicular fluida proveniente de una carretera de tráfico internacional ubicada frente a las

instalaciones de la facultad, cocinas a gas y leña de los cafetines y negocios aledaños; y las quemadas de cultivo controlado realizadas alrededor de la facultad.

- No fue posible tomar mediciones durante la época de la zafra 2020, únicamente al inicio de la zafra en el año 2019.
- Las concentraciones ambientales de monóxido de carbono sondeado en diferentes puntos de la FMO, en el período antes de la zafra, está entre el rango bueno a moderado.
- Las más altas concentraciones de monóxido de carbono ambiental, fueron obtenidas en la parada de buses debido a la gran carga vehicular.
- Los docentes reconocen comportamientos en los estudiantes (somnolencia, cansancio y ansiedad) que teóricamente son parte de los signos y síntomas descritos en altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica.
- Los síntomas que sufren los estudiantes durante el periodo de la zafra son: trastornos en la conducta, hipoxia, cefalea, mareos, desorientación, visión borrosa, alteraciones del nivel de conciencia, nerviosismo, esfuerzo, sueño; todos relacionados teóricamente con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica.
- Las altas concentraciones de carboxihemoglobina pueden provocar daños permanentes (cerebrales), por lo que es importante aplicar medidas de prevención, una de ellas la determinación de carboxihemoglobina sérica, de ahí radica valorar su importancia.
- Los estudiantes no pueden exceder a una exposición de 10ppm de CO durante una jornada de 8 horas continuas en un ambiente abierto, ni 90ppm durante 15 minutos en la misma jornada en las mismas condiciones según expresa la teoría. Valorando los resultados obtenidos de las mediciones de CO en los diferentes puntos de la FMO, las personas (estudiantes, administrativos y docentes), están expuestas constantemente a altas concentraciones de este gas por lo que sus niveles de COHb podrían estar fuera del rango de referencia; esta es la razón medular para realizar la determinación de la prueba de carboxihemoglobina en esta población.

8. PROPUESTA.

Después de realizada la investigación y haber procesado las cédulas de entrevista, la guía de observación y la ficha de registro; se obtuvieron resultados y conclusiones. El grupo investigador recomienda:

- A la Facultad Multidisciplinaria Oriental: Realizar mediciones constantes de monóxido de carbono ambiental durante todo el año, en diferentes puntos y realice un kriage para definir los focos de riesgo de contaminación ambiental.
- Al Ministerio de Salud: Capacitar al personal de salud en intoxicaciones por monóxido de carbono para que muchas de estas no pasen desapercibidas.

- Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Realizar vigilancia continua para cumplir la ley ambiental en lo referente a quemas controladas, contaminación industrial y vehicular
- Al Ministerio de Agricultura y Ganadería: Realizar jornadas educativas en las cuales se eduque a la población sobre los riesgos de prácticas agrícolas como las quemas controladas y estos sean sustituidos por nuevas formas de tratamiento a la tierra previo a la época de siembra.
- Al Consejo de Salud Pública y Junta de Vigilancia del Laboratorio Clínico: Realizar capacitaciones sobre carboxihemoglobina y proponga la implementación de esta prueba en laboratorios públicos y privados.
- A los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental: Al presentar cualquier síntoma o signo descrito en esta investigación, tomen las medidas necesarias para evitar una intoxicación por monóxido de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro Á. Oriente incrementará producción de azúcar. La Prensa Gráfica. 2015 marzo 17.
2. Fernández R. [www.farmacosalud.com](http://farmacosalud.com). [Online].; 2014 [cited 2020 febrero 9. Available from: <http://farmacosalud.com/carboxihemoglobina-cohb-un-peligroso-intruso-al-que-se-puede-evitar/>.
3. Whincup P. BMC Public Health. [Online].; 2006 [cited 2020 mayo 2. Available from: <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-6-189>.
4. Saracco S. Ministerio de Salud del Gobierno de Mendoza. [Online].; 2011 [cited 2020 mayo 02. Available from: <http://salud.mendoza.gov.ar/wp-content/uploads/sites/16/2014/10/Recomendaciones-Monoxido-De-Carbono.pdf>.
5. Fundación Gas Natural Fenosa. La calidad del aire en las ciudades, un reto mundial. Un reto mundial. 2018 mayo 11; 1(30): 120-127.
6. Observations GE. Comportamiento del monóxido de carbono (CO) en Centro América en los años 2008 y 2009. [Online].; 2009 [cited 2020 febrero 9. Available from: www.groupearthobservations.gob.
7. Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/monitoreo/calidad+del+aire/>. [Online].; 2020 [cited 2020 febrero 9.
8. Nelly G GDyDB. Determinación de la concentración de Carboxihemoglobina en el personal docente, administrativo y estudiantil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental para evaluar los niveles de contaminación que causa el Ingenio Chaparrastique en la ciudad de San Miguel. 1st ed. San Miguel: Universidad de El Salvador; 2004.
9. Elvin Antonio Batres OLEAEM. Determinación de los niveles de carboxihemoglobina en los estudiantes de ingeniería agronómica de la facultad Multidisciplinaria Oriental de San Miguel, durante el tiempo de la zafra. Compreendido de febrero a junio de 2016. Bello UDA, editor. San Miguel: UNAB; 2016.
10. Leyva MRV. <https://sites.google.com/site/maestriaitallerdeinvestigacion/>. [Online].; . 2016 [cited 2020 abril 9. Available from:

<https://sites.google.com/site/maestriaitallerdeinvestigacion/>.

- 11 Minambiente. MInambiente. [Online].; 2013 [cited 2020 junio 8. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/protocolo-de-kioto>.
- 12 Raffino ME. <https://concepto.de/medio-ambiente/>. [Online].; 2020 [cited 2020 abril 12. Available from: <https://concepto.de/medio-ambiente/>.
- 13 INEEC SERMANAT. https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/?id_pub=618. [Online].; 2009 [cited 2020 abril 16. Available from: https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/?id_pub=618.
- 14 Castro VTD. Determinación de carboxihemoglobina al inicio y final de jornada laboral en trabajadores de estaciones de servicio-gasolineras de la zona sur-oeste de la ciudad de Cuenca. primera ed. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2016.
- 15 Smith KR. fao.org. [Online].; 2009 [cited 2020 abril 16. Available from: <http://www.fao.org/3/a0789s/a0789s09.htm>.
- 16 Lacambra N. https://porelclima.es/equipo/2656-graves-efectos-de-la-contaminacion-en-la-salud-y-la-economia?gclid=Cj0KCQjwyur0BRDcARIsAEt86IDnKU5emMAXum-sMdElhiOk8aiUM15SXaK5mtl64SeBruiHjXkLy70aAjbyEALw_wcB. [Online].; 2019 [cited 2020 abril 15. Available from: https://porelclima.es/equipo/2656-graves-efectos-de-la-contaminacion-en-la-salud-y-la-economia?gclid=Cj0KCQjwyur0BRDcARIsAEt86IDnKU5emMAXum-sMdElhiOk8aiUM15SXaK5mtl64SeBruiHjXkLy70aAjbyEALw_wcB.
- 17 Fernandez JM. Sistemas Químicos. primera ed. Barcelona: Reverté.
- 18 Vargas LE. Toxicidad por Monóxido de Carbono. In Vargas LE. TOXICOLOGÍA. Bogota : Secretaría de Salud ; 2009. p. 582 - 586.
- 19 Brown T. Química. La ciencia central. novena ed. Distrito Federal: Pearson; 2004.
- 20 Junta de Castilla de la Mancha. VALORES LÍMITE POR CONTAMINANTE. [Online].; 2012 [cited 2020 abril 6. Available from: <http://pagina.jccm.es/medioambiente/rvca/legisla04b.htm>.
- 21 Garcia SI. Guía de Prevención, Diagnóstico, Tratamiento y Vigilancia Epidemiológica de las Intoxicaciones por Monóxido de Carbono. primera ed. argentina Mdlr, editor. Beunos Aires: Ministerio de la Republica ; 2011.
- 22 Ardeu XF. Bioquímica clínica y patología molecular. segunda ed. Barcelona: Reverté ; 1988.
- 23 Nora Brnadan AVA. Hemoglobina. Catedra. Buenos Aires: UNEE, Facultad de

- . Medicina; 2008.
- 24 Healthwise. Electroforesis de Hemoglobina. [Online].; 2019 [cited 2020 abril 19]. Available from: <https://www.cigna.com/individuals-families/health-wellness/hw-en-espanol/pruebas-medicas/electroforesis-de-hemoglobina-hw39098>.
- 25 MA. PJy. Capítulo 6: Hemoglobina Métodos para la medida de su concentración. . In MA. PJy. Manual de técnicas de laboratorio en hematología. Cuarta edició. Cuarta ed.; 2014. p. 792.
- 26 Trigo CS. Moleqla. Revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide. 2016 . marzo 21;(21): 92.
- 27 Gutierrez M. apuntes criticos. [Online].; 2009 [cited 2020 abril 10. Available from: . http://www.aibarra.org/Apuntes/criticos/guias/intoxicaciones/intoxicacion_por_monoxid.
- 28 Baron J. Envenenamiento por Monóxido de Carbono. primera ed. Texas: Journal . of Emergency and Intensive Care Medicine; 1997.
- 29 Williams CKI. Prediction with Gaussian Processes: From Linear Regression to . Linear Prediction and Beyond USA: Springer, Dordrecht; 1998.
- 30 Chagoya ER. Métodos y técnicas de investigación. [Online].; 2008 [cited 2020 . abril 15. Available from: <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>.
- 31 Okuda M. Metodos de Investigacion cualitativa: La triangulación. Revista . colombiana de Psiquiatría. 2005 marzo; 34(1).
- 32 Tipanluisa LE. Medición de emisiones vehiculares y de desempeño de potencia . de un motor dedicado a gasolina convertido a gas natural vehicular. Revista Scielo. 2017; 28(1).
- 33 Cassiani IAT. Determinación de monóxido de carbono (CO) como factor de riesgo . laboral en estaciones de servicio de combustible. [Online].; 2015 [cited 2020 3 noviembre. Available from: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1537/1836>.
- 34 Prado S. Contaminantes primarios y secundarios. [Online].; 2017 [cited 2020 18 . 4. Available from: <https://www.slideshare.net/santiagosingle/contaminantes-primarios-y-secundarios>.
- 35 Diario La Portada. San Salvador está entre las 10 ciudades más contaminadas de . Latinoamérica. Diario La Portada. 2019 enero 8.
- 36 Mendoza D. Aficionados a la mecánica. [Online].; 2014 [cited 2020 abril 10. . Available from: <http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm>.
- 37 García LAG. Fisiología Médica. [Online].; 2013 [cited 2020 abril 18. Available

- . from: <http://fisiologialicabajo.blogspot.com/2013/06/estructura-de-la-hemoglobina.html>.
- 38 Bols A. Biomedica. [Online].; 2014 [cited 2020 5 abril. Available from: <http://tipsbiomedica.blogspot.com/2014/07/metabolismo-de-la-hemoglobina.html>.
- 39 E Vichinsky. New therapies in sickle cell disease.. [Online].; 2002 [cited 2020 abril . 8.
- 40 Canton E. Ingenios Irrespetan Leyes ambientales. Diario digital Independiente. . 2016 enero.
- 41 Puerta AR. <https://www.lifeder.com/metodo-analitico-sintetico/>. [Online].; 2019 . [cited 2020 abril 6. Available from: <https://www.lifeder.com/metodo-analitico-sintetico/>.
- 42 Definiciones MX. Definición MX. [Online].; 2016 [cited 2020 abril 10. Available . from: <https://definicion.mx/investigacion-campo/>.
- 43 Vianco M. Muestreo Estadístico. Diseño Y Aplicaciones. primera ed. Santiago de . Chile: Editorial Universitaria ; 2005.
- 44 Jesús Arias-Gómez MÁVK. Metodología de la investigación. Alergia México. 2016 . abril-junio; 2(63): 201-206.
- 45 Hernandez FB. DESARROLLO ESTRATÉGICO PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. 1st ed. TAMAULIPAS UAD, editor. Mexico : eumed.net.
- 46 Orozco RL. Recolección de datos: técnicas de investigación de campo. [Online]. . [cited 2020 abril 10. Available from: <http://www.geocities.ws/roxlobet/investigacioncampo.html>.
- 47 Limón RL. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO. . [Online].; 2015 [cited 2020 abril 23. Available from: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>.
- 48 Millan J. Metodología de prospectiva. primera ed. Ciudad de Mexico: INNP; 2011. .
- 49 Rice P. Diseño de Investigación. In Rice P. Desarrollo humano: estudio del ciclo . vital. segunda ed. Mexico : Pierson ; 1975. p. 20 - 21.
- 50 Editorial Definición MX. Definición de Estudio de Campo. [Online].; 2015 [cited . 2020 abril 20. Available from: <https://definicion.mx/estudio-de-campo/>.
- 51 Rodriguez D. Investigación de laboratorio: qué estudia, tipos, ventajas, . desventajas. [Online].; 2010 [cited 2020 abril 23. Available from: <https://www.lifeder.com/investigacion-de-laboratorio/>.
- 52 López PL. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. Punto Cero. 2004; 09(08). .

- 53 QuestionPro. ¿Cómo realizar un muestreo? [Online]. [cited 2020 abril 20].
. Available from: <https://www.questionpro.com/blog/es/como-realizar-un-muestreo-probabilistico/>.
- 54 EUPATI. Criterios de inclusión. [Online].; 2015 [cited 2020 abril 20. Available from:
. <https://www.eupati.eu/es/glossary/criterios-de-inclusion/>.
- 55 MA. PJy. Capítulo 6: Hemoglobina Métodos para la medida de su concentración..
. In MA. PJy. Manual de técnicas de laboratorio en hematología.; 2014. p. 792.
- 56 MA. PJy. CAPITULO 6: Hemoglobina Metodos para la medida de su
. concentración. In MA. PJy. Manual de técnicas de laboratorio en hematología.
Cuarta edición.; 2014. p. 792.

ANEXOS

Anexo No. 1

Índice Centroamericano de la calidad del aire.

ICCA	Interpretación
Buena	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
Satisfactoria	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
No satisfactoria (dañina a la salud de los grupos sensibles)	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como asma, deben evitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
Dañina a la salud	La gente con enfermedades respiratorias tales como asma, deben evitar el esfuerzo al aire libre; todas las demás personas, sobre todo los mayores y los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Muy dañina a la salud	Las personas con enfermedades respiratorias tal como asma deben evitar todo el esfuerzo al aire libre; especialmente los mayores y los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Peligroso	Toda persona debe evitar el esfuerzo al aire libre; personas con la enfermedad respiratoria tales como asma, deben permanecer dentro de sus casas.

Tabla 19. Calidad del aire respirable según el Índice Centroamericano de Calidad del Aire.

La información proviene de los datos registrados por la red de estaciones de monitoreo de la calidad del aire ubicadas en el AMSS. Una de ellas, ubicada en la Universidad Don Bosco e identificada como estación UDB; otra, en el Centro de Gobierno, denominada estación CGOB; y una tercera, en el Comando de Doctrina y Educación Militar, denominada estación CODEM.

Anexo No. 2

Contaminantes del aire.



Imagen 1. Contaminantes del aire primarios y secundarios.

Fuente: Contaminación del aire, 2017. (32)

Anexo No. 3 Contaminación vehicular.



Imagen 2. Contaminación del transporte público.

Fuente: La portada. (33)

Anexo No. 4
Monóxido de Carbono.

Información general	
Serie química:	No metales
Densidad:	8,0 ×103 kg/m3 (líquido).1,145 kg/m3 (gas a 298K)
Apariencia:	gas incoloro
Propiedades atómicas	
Configuración electrónica:	CO
Propiedades físicas	
Punto de fusión:	68 K (-205 °C)
Punto de ebullición:	81 K (-192 °C)

Propiedades del monóxido de carbono.

Fuente: Creación propia.

Anexo No. 5
Estructura del Monóxido de Carbono.

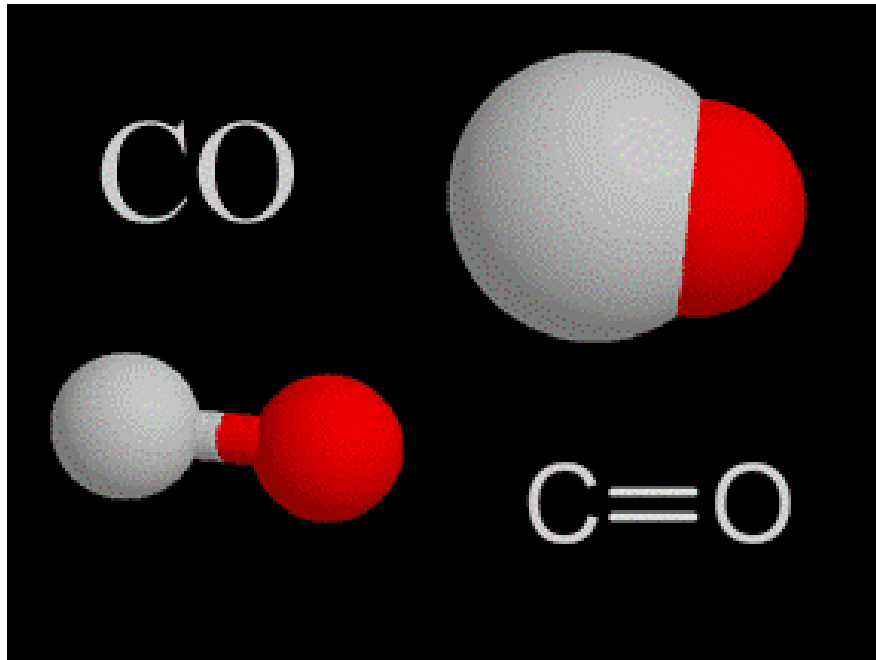


Figura 2. Estructura 3D del monóxido de carbono.

Anexo No. 6
La combustión vehicular

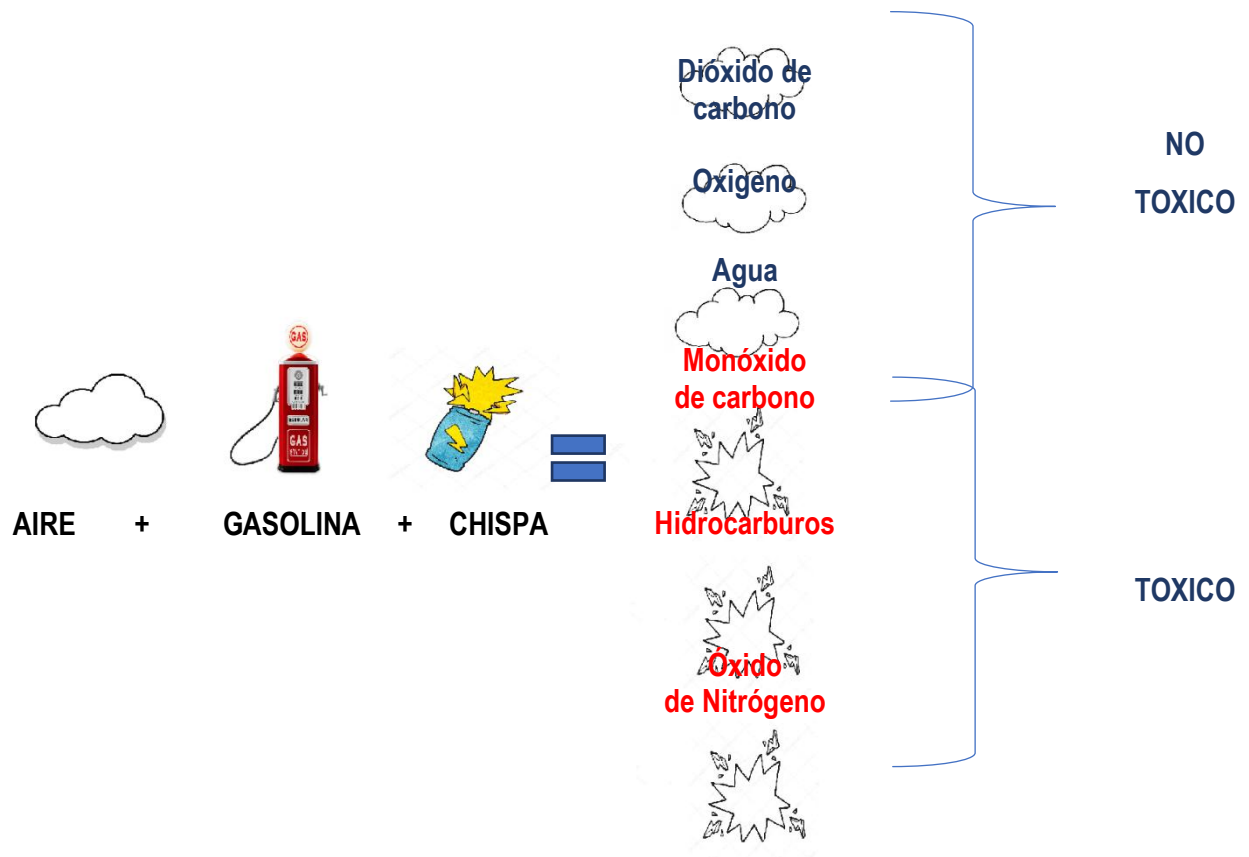


Imagen 1. Combustión de la mezcla y emisiones de escape. (Descripción de las sustancias que integran los gases de escape)
 Fuente: Mendoza, 2014. (34)

Anexo No. 7
Estructura de la Hemoglobina.

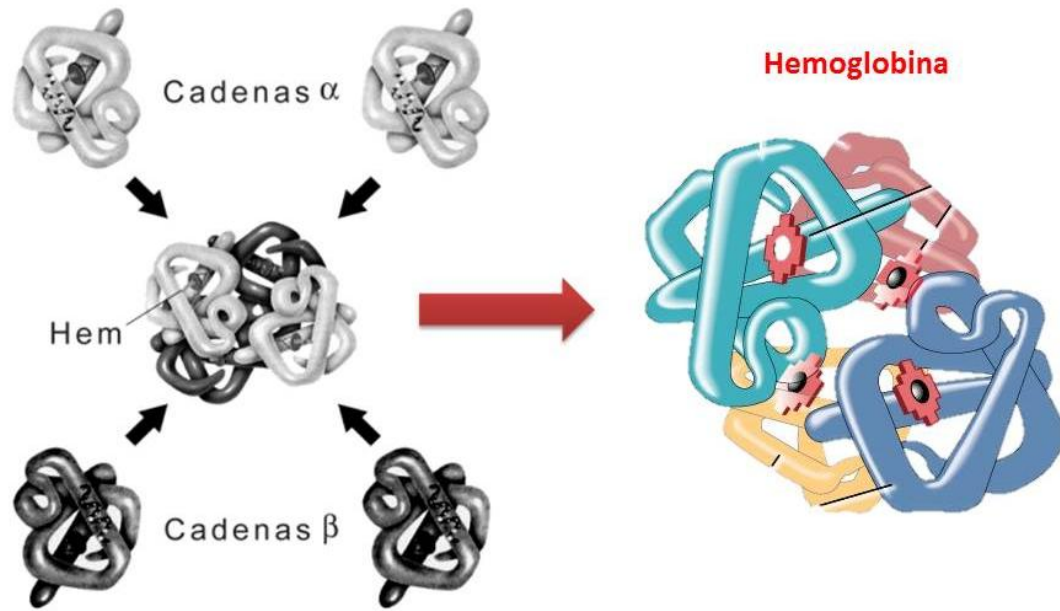


Imagen 3. Estructura de la hemoglobina.

Fuente: Portafolio de evidencias, fisiología Médica. (35)

Anexo No. 8
Estructura química de la Hemoglobina.



Imagen 4. Hemoglobina y su estructura química.

Fuente: Creación propia.

Anexo No. 9

Metabolismo de la hemoglobina.

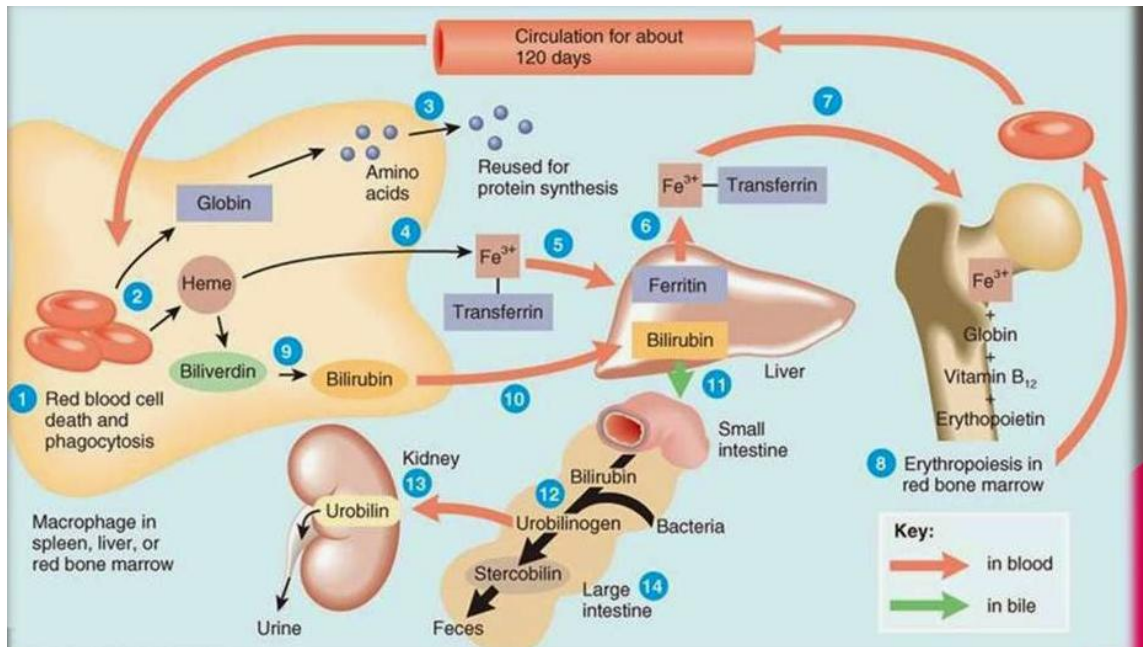


Imagen 5. Metabolismo de la hemoglobina

La imagen muestra los pasos del metabolismo de la hemoglobina, desde la destrucción de glóbulos rojos hasta su excreción.

Fuente: Biomédica. (36)

Anexo No. 10

Oxihemoglobina y desoxihemoglobina.

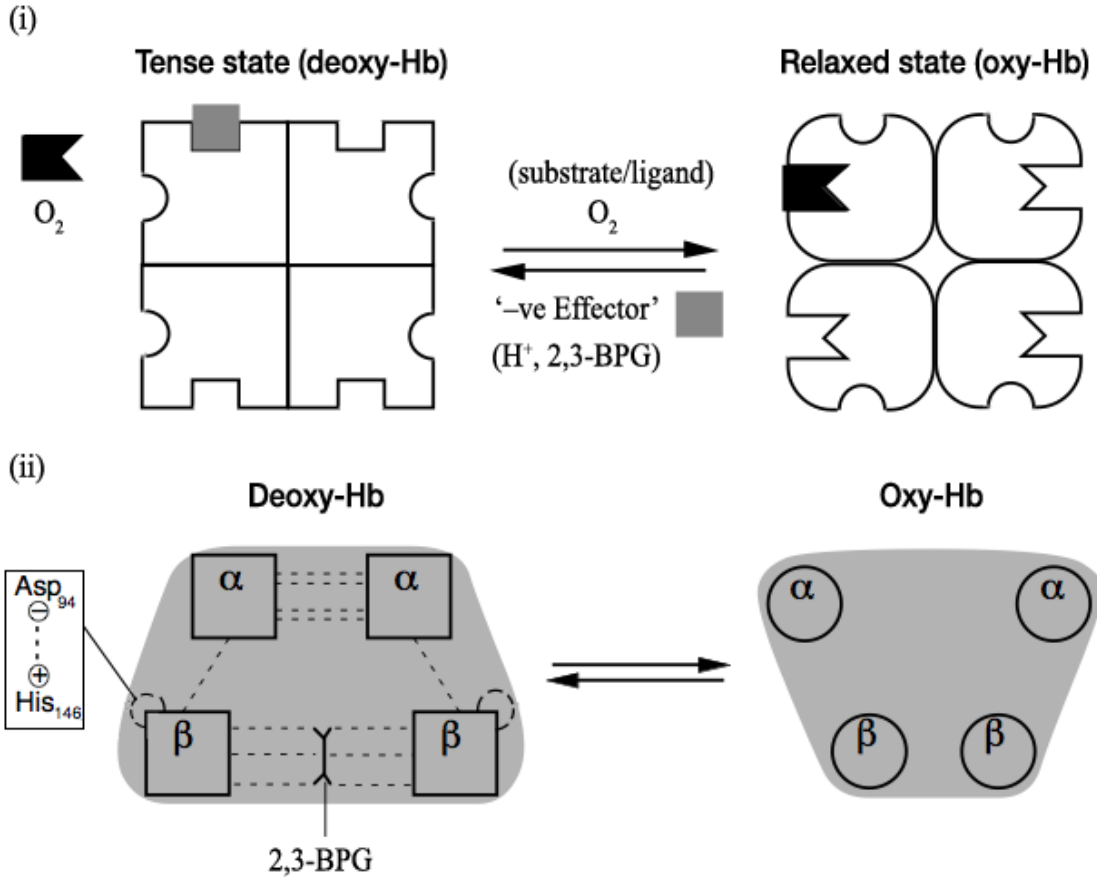


Imagen 6. Hemoglobina tensa y relajada.

Diagrama generalizado del equilibrio alostérico de la proteína tetramérica entre el estado relajado (donde puede unirse al sustrato / ligando) y el estado tenso. Los efectores negativos favorecen el estado tenso. (ii) Ilustración de esto para la hemoglobina, donde los iones H^+ protonan His-146 de las subunidades β y 2,3-BPG forma puentes iónicos entre las dos subunidades β . (37)

Anexo No. 11

Fisiopatología de la intoxicación por monóxido de carbono.

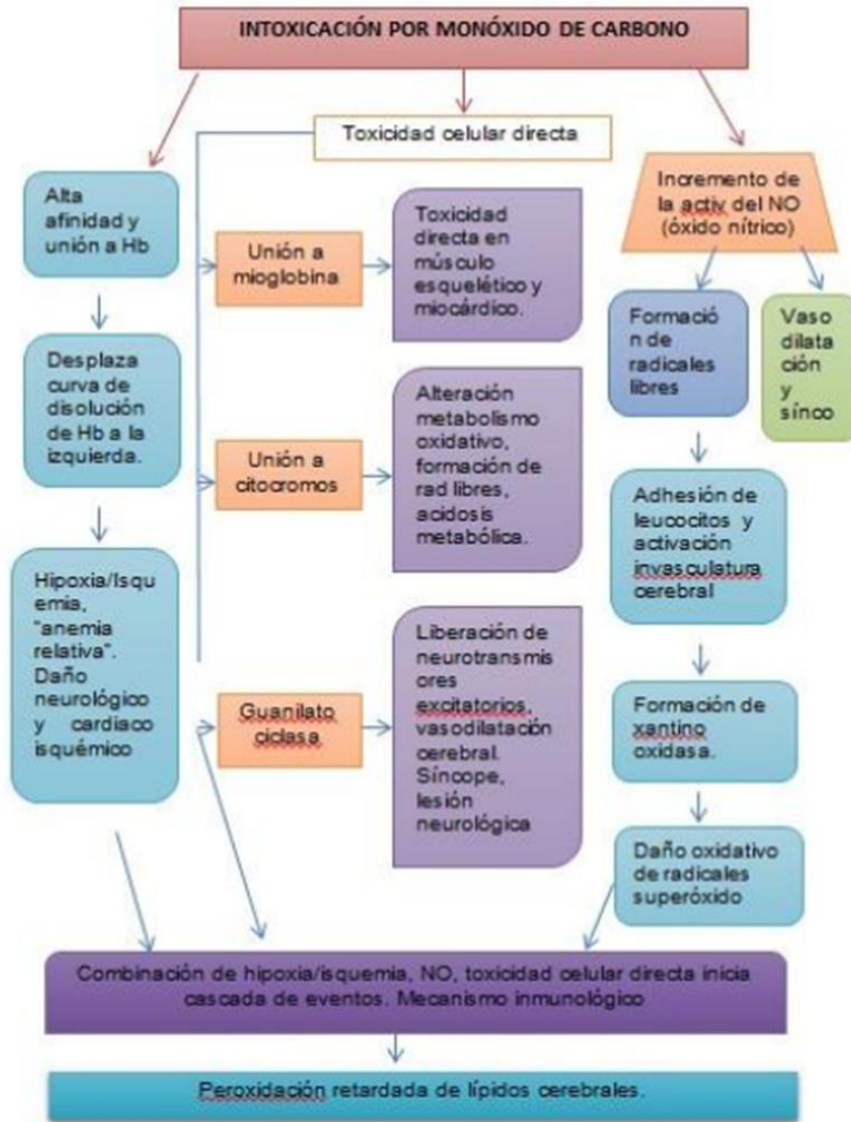


Imagen 7. Fisiopatología de la toxicidad por monóxido de carbono.

Fuente: Vargas, 2009. (18)

Anexo No. 12
La entrevista.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA

LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO

- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
 - DIRIGIDA A: Agricultores.
 - SALUDO: Buen día, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO. Nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado y uno de los objetivos de nuestra investigación es conocer su punto de vista sobre algunas prácticas agrícolas que se realizan previo a fecha de cultivo para lo cual agradecemos su participación.
 - OBJETIVO: Recopilar información complementaria que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
 - JUSTIFICACIÓN: Con esta cédula de entrevista se pretende conocer por qué se realizan algunas prácticas agrícolas como la quema y cuáles son sus beneficios.
 - ACLARACIONES:
 - ◇ Se mantendrá el anonimato.
 - ◇ La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - ◇ Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
 - ◇ ¿Está de acuerdo en colaborar?
- | | |
|----|----|
| Si | No |
|----|----|
- INDICACIONES:
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con prácticas agrícolas que son realizadas previa a la siembra de cultivos.
 - Responder según lo que usted realiza en su jornada.
 1. ¿Cuánto tiempo tiene de ser agricultor?
 2. ¿Qué es lo que más le gusta de la agricultura?
 3. ¿Cuál es el procedimiento que hace antes de realizar una siembra en la tierra?
 4. ¿Por qué se realizan las quemas controladas en las eras (terreno de cultivo)?
 5. ¿Cada cuánto tiempo se realiza esta práctica?
 6. ¿En qué meses del año generalmente se realiza esta quema?
 7. ¿Cuáles son los beneficios al realizar la quema controlada de eras?
 8. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?
 - AGRADECIMIENTOS: Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
 - DIRIGIDA A: Inspector del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
 - SALUDO Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO. Nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado y uno de los objetivos de nuestra investigación es conocer su punto de vista sobre algunas prácticas agrícolas que se realizan, así como algunos procedimientos sancionatorios que el Ministerio de Agricultura y Ganadería realizan ante actividades que implican la quema previa a fecha de cultivo para lo cual agradecemos su participación.
 - OBJETIVO: Recopilar información complementaria que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
 - JUSTIFICACIÓN: Con esta cédula de entrevista se pretende conocer por qué en nuestro país se realiza la quema y cuáles son sus afectaciones ambientales.
 - ACLARACIONES:
 - Se mantendrá el anonimato.
 - La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?
- | | |
|----|----|
| Si | No |
|----|----|
- INDICACIONES:
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con prácticas agrícolas que son realizadas previa a la siembra de cultivos.
 - Responder según lo que la institución para la que usted labora aplica.
1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su cargo?
 2. ¿Por qué se realizan las prácticas de quemas controlados en las eras (terreno de cultivo) los agricultores?
 3. ¿En qué meses del año se acostumbra realizar esta práctica?
 4. ¿Con que frecuencia se realiza esta práctica de quemas?
 5. ¿Considera que todos los agricultores acostumbran a realizar esta práctica?
 6. ¿Hasta qué nivel es permitido realizar este tipo de incendios?
 7. ¿Qué acciones legales toman con los responsables de estos incendios?
 8. ¿En base a que artículos de la ley del medio ambiente se amparan?
 9. ¿Los agricultores tienen conocimiento sobre estas leyes y sus sanciones?

10. ¿Cómo se las dan a conocer?

11. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?

- AGRADECIMIENTOS: Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su conocimiento es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- DIRIGIDA A: Médico General.
- SALUDO: Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.
- OBJETIVO: Recopilar información sobre carboxihemoglobina sérica y su sintomatología que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
- JUSTIFICACIÓN: Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información que fundamente nuestra investigación en base al conocimiento del profesional en el área de la salud.
- ACLARACIONES:
 - Se mantendrá el anonimato.
 - La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- INDICACIONES:
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con el tema de carboxihemoglobina sérica.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si No

1. ¿Cuánto tiempo tiene de ejercer la profesión?
2. ¿Según su experiencia, las consultas por intoxicación son comunes?
3. ¿Qué tipo de intoxicaciones son más frecuentes?
4. ¿Según sus conocimientos, qué nos puede decir acerca de la carboxihemoglobina?
5. ¿De acuerdo con su criterio, en que personas recomendaría la medición de carboxihemoglobina?

6. ¿Cuál es la sintomatología que suelen presentar los pacientes con intoxicación por monóxido de carbono?
 7. ¿Qué pruebas de laboratorio recomiendan en caso de presentarse intoxicación por monóxido de carbono?
 8. ¿Cómo considera que el monóxido de carbono afecta al ser humano?
 9. ¿A nivel cognitivo puede existir daño provocado por altas concentraciones de carboxihemoglobina?
 10. ¿Considera importante la determinación de carboxihemoglobina en población expuesta a fuentes contaminantes de monóxido de carbono?
 11. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?
- AGRADECIMIENTOS: Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- DIRIGIDA A: Médico Especialista Neumólogo.
- SALUDO: Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.
- OBJETIVO: Recopilar información sobre carboxihemoglobina sérica y su sintomatología que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
- JUSTIFICACIÓN: Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información que fundamente nuestra investigación en base al conocimiento del profesional en el área de la salud.
- ACLARACIONES:
 - ◇ Se mantendrá el anonimato.
 - ◇ La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - ◇ Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- INDICACIONES:
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con el tema de carboxihemoglobina sérica.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si | No

1. ¿Cuánto tiempo tiene de ejercer la profesión?
 2. ¿Según su experiencia, las consultas por intoxicación son comunes?
 3. ¿Es común recibir pacientes intoxicados por inhalación de monóxido de carbono?
 4. ¿Según sus conocimientos, qué nos puede decir acerca de la carboxihemoglobina?
 5. ¿De acuerdo con su criterio, en que personas recomendaría la medición de carboxihemoglobina?
 6. ¿Cuál es la sintomatología que suelen presentar los pacientes con intoxicación por monóxido de carbono?
 7. ¿Qué pruebas de laboratorio recomiendan en caso de presentarse intoxicación por monóxido de carbono?
 8. ¿Cómo considera que el monóxido de carbono afecta al ser humano?
 9. ¿A nivel cognitivo puede existir daño provocado por altas concentraciones de carboxihemoglobina?
 10. ¿Si el paciente presenta intoxicación por monóxido de carbono puede desarrollar algún daño cerebral, pulmonar o de cualquier otra índole con el paso del tiempo?
 11. ¿Considera importante la determinación de carboxihemoglobina en población expuesta a fuentes contaminantes de monóxido de carbono?
 12. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?
- AGRADECIMIENTOS: Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- DIRIGIDA A: Licenciado en Anestesiología e Inhaloterapia.
- SALUDO: Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.
- OBJETIVO: Recopilar información sobre carboxihemoglobina sérica que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
- JUSTIFICACIÓN: Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información que fundamente nuestra investigación en base al conocimiento del profesional en el área de la salud.

- ACLARACIONES:
 - Se mantendrá el anonimato.
 - La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
 - INDICACIONES:
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con el tema de carboxihemoglobina sérica.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?
- | | |
|----|----|
| Si | No |
|----|----|
1. ¿Cuánto tiempo tiene de ejercer la profesión?
 2. ¿Antes de la pandemia era común recibir pacientes intoxicados por inhalación de monóxido de carbono?
 3. ¿Según sus conocimientos, qué nos puede decir acerca de la carboxihemoglobina?
 4. ¿Cómo anestesista e inhaloterapeuta, es importante la medición de carboxihemoglobina en un paciente con intoxicación por monóxido de carbono?
 5. ¿Qué otras pruebas realizan para valorar la disminución de oxígeno?
 6. ¿Considera importante la determinación de carboxihemoglobina en población expuesta a fuentes contaminantes de monóxido de carbono?
 7. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?
- AGRADECIMIENTOS: Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- DIRIGIDA A: Licenciado en Laboratorio Clínico, área pública.
- SALUDO: Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.
- OBJETIVO: Recopilar información sobre carboxihemoglobina sérica, para que fortalezca la investigación a través de la entrevista.

- **JUSTIFICACIÓN:** Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información que fundamente nuestra investigación en base al conocimiento del profesional en el área de la salud.
- **ACLARACIONES:**
 - Se mantendrá el anonimato.
 - La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- **INDICACIONES:**
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con el tema de carboxihemoglobina sérica.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si | No

1. ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo la profesión?
 2. ¿Tiene conocimiento sobre la prueba de carboxihemoglobina sérica?
 3. ¿En dónde obtuvo el conocimiento de este tipo de prueba?
 4. ¿Por qué es importante este tipo de determinación sérica?
 5. ¿En la institución que labora, ha realizado alguna vez la determinación de carboxihemoglobina sérica?
 6. ¿Cuáles son los parámetros que miden los gases arteriales?
 7. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?
- **AGRADECIMIENTOS:** Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- **INSTRUMENTO:** **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- **DIRIGIDA A:** Licenciado en Laboratorio Clínico, área privada.
- **SALUDO:** Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.
- **OBJETIVO:** Recopilar información sobre carboxihemoglobina sérica que fortalezca la investigación a través de la entrevista.

- **JUSTIFICACIÓN:** Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información que fundamente nuestra investigación en base al conocimiento del profesional en el área de la salud.
- **ACLARACIONES:**
 - Se mantendrá el anonimato.
 - La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- **INDICACIONES:**
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con el tema de carboxihemoglobina sérica.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si | No

1. ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo la profesión?
 2. ¿Ha escuchado sobre la carboxihemoglobina?
 3. ¿En dónde obtuvo el conocimiento de este tipo de prueba?
 4. ¿En la institución que labora, ha realizado alguna vez la determinación de carboxihemoglobina sérica?
 5. De realizarse la prueba en su lugar de trabajo, ¿Cuál es el costo estimado de la prueba?
 6. ¿Cuáles son los parámetros que miden los gases arteriales?
 7. ¿Ha referido alguna vez una prueba de carboxihemoglobina?
 8. ¿Conoce usted un laboratorio de referencia o especializado que realice esta prueba?
 9. ¿Desea agregar algo más a la entrevista?
- **AGRADECIMIENTOS:** Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- **INSTRUMENTO:** **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- **DIRIGIDA A:** Docentes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- **SALUDO** Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de

la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.

- **OBJETIVO:** Recopilar información que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
- **JUSTIFICACIÓN:** Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información sobre cambios en el comportamiento de los estudiantes.
- **ACLARACIONES:**
 - ◊ Se mantendrá el anonimato.
 - ◊ La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - ◊ Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- **INDICACIONES:**
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con cambios en la actitud de los estudiantes.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si	No
----	----

1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su profesión en la facultad?
2. ¿Cuál es el número de estudiantes que suele recibir en clases? Marque el que considere.

1-20	21-40	41-60	Más de 60
------	-------	-------	-----------

3. ¿En qué turno de clases ha notado más apatía por parte del estudiante? Marque el que considere.

Mañana	Tarde	Noche

4. ¿Cuáles considera son las razones? Marque los que considere.

Horario	Clima	Cansancio	Otros intereses

5. ¿Qué comportamiento en los estudiantes ha observado durante sus clases?

Opción	Marque el que considere
Ansiedad (el estudiante no está quieto).	
Somnolencia (durmiendo o bostezando, recostado en el mueble).	
Poca o ninguna participación en clases.	
Ausentismo.	
Acalorados.	
Hambrientos.	
Apatía.	

6. ¿Alguna vez se ha quedado dormido algún estudiante en sus clases?

Si	No

7. ¿En qué ciclo, de los signos marcados anteriormente se ven en aumento cuando la época de zafra inicia? Marque el que considere.

Ciclo I	Ciclo II	Ambos	Ninguno

8. ¿Considera que hay contaminación ambiental en la Facultad?
 9. Desde su criterio, ¿considera que los estudiantes son afectados por la contaminación ambiental en el recinto universitario, de qué manera?
 10. ¿Desea agregar algo más para contribuir a la entrevista?
- AGRADECIMIENTOS: Le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Cédula de entrevista** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- DIRIGIDA A: Estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- SALUDO: Buenos días/tardes/noches, gracias por su tiempo, nos presentamos somos Nadya Cruz, Cristina Alfaro y Reina González, estudiantes egresadas de la carrera de Licenciatura en Laboratorio Clínico de la Universidad de El Salvador, FMO y nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado.
- OBJETIVO: Recopilar información que fortalezca la investigación a través de la entrevista.
- JUSTIFICACIÓN: Con esta cédula de entrevista se pretende recopilar información sobre cambios que presentan los estudiantes durante se encuentran en las instalaciones de la Facultad.
- ACLARACIONES:
 - Se mantendrá el anonimato.
 - La información recolectada solo será utilizada para esta investigación y no acarreará ningún problema social, legal o ambiental para el participante.
 - Su participación es de tipo voluntaria y sin remuneración alguna.
- INDICACIONES:
 - Se presenta a continuación una serie de preguntas, todas relacionadas con síntomas perceptibles por los estudiantes.
 - Responder según su conocimiento.
 - ¿Está de acuerdo en colaborar?

Si	No
----	----

1. ¿Qué carrera estudia dentro de la universidad?
2. ¿Qué año de la carrera está cursando?
3. ¿Fuma?

Si	No

4. Si la respuesta es positiva, proceda: ¿cuántos cigarrillos de tabaco fuma al día? Marque el que considere.

De 1 a 3	De 4 a 7	Más de 8

5. ¿Cuál es su medio de transporte hacia la facultad?

Opciones	Marque el que considere
Transporte público	
Bicicleta	
Transporte propio (auto, motocicleta)	
Caminando	

6. ¿Cuántas horas diarias permanece dentro de las instalaciones de la facultad multidisciplinaria oriental? Marque el que considere.

De 1 a 3 horas	De 4 a 6 horas	Más de 7 horas

7. Antes de la pandemia ¿Dónde pasaba más tiempo dentro de la facultad? Marque el que considere.

Aulas de clase	
Área de agronomía	
Cafetines	
Centros de computo	
Biblioteca	
Otro	

8. Antes de la pandemia, ¿Durante su permanencia ya sea en clases o en otras áreas, presentó alguno de los siguientes síntomas? Marque los que considere.

Dolor de cabeza	
Nauseas	
Somnolencia	
Visión borrosa	
Mareos	
Dificultad para respirar	
Apatía y desgano	
Falta de concentración	
Cansancio extremo	

9. ¿A qué cree se deben estos síntomas? Marque las que considere.

Horario de clases	
Hambre	
Cansancio	
Clima	
Por el tiempo en llegar a la FMO (otros departamentos)	
Contaminación por el ingenio	
Contaminación por quemas	
Contaminación vehicular	

10. Antes de la pandemia ¿Durante la época de la zafra sintió algún cambio en el ambiente?

Si	No

11. Si la respuesta es positiva, ¿Ha notado la presencia de alguno de los siguientes parámetros y cuál de estos le incomoda?

Parámetro	Nota su presencia	Le incomoda
Hollín		
Humo (proveniente del ingenio)		
Mal olor		
Ruido		

12. ¿Durante esa época ha manifestado alguno de los siguientes síntomas? Marque los que considere.

Somnolencia	
Dolor de cabeza	
Taquicardia	
Dificultad para respirar	
Ansiedad	

13. ¿En que otro lugar fuera de la facultad multidisciplinaria oriental ha sentido esos síntomas? Marque el que considere.

Transporte público cuando el bus va muy lleno y/o con todas las ventanas cerradas)	
Lugares concurridos	
Lugares cerrados	
Cuando permanece mucho tiempo en la terminal de buses (circulación pesada de buses)	

14. ¿Desea agregar un comentario?

- **AGRADECIMIENTOS:** Querido estudiante le damos las gracias al haber contribuido a nuestro estudio ya que su opinión es importante para poder fundamentar nuestra tesis.

Anexo No. 13
Guía de observación.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO.



- DIRIGIDA A: Grupo investigador.
- INSTRUMENTO: **Guía de observación** para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- OBJETIVO: Recopilar información complementaria a través de la observación para la investigación.
- JUSTIFICACIÓN: Con esta guía se pretende identificar indicadores de contaminación industrial y contaminación vehicular mediante la observación alrededor de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- INDICACIONES:
 - En la guía se evalúan tres aspectos, observación general del ambiente, observación del tránsito vehicular y carga vehicular.
 - Para la observación general del ambiente y la observación del tránsito vehicular se marcará la respuesta que el investigador considere más real. Para la carga vehicular, se valorará si el tipo de transporte es carro, autobús, motocicleta o transporte de carga pesada y su flujo por hora.

1. OBSERVACIÓN GENERAL DEL AMBIENTE.

INDICADOR		SI	NO
Temperaturas altas.			
Mal olor (proveniente del ingenio azucarero).			
Hollín.			
Humo:	Proveniente de cafetines.		
	Ingenio.		
	Quemas de basura.		
	Quema de eras.		
	Alto tráfico		
Ruidos ambientales.			

2. OBSERVACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR.

AUTOMOTOR	EMITE GAS VISIBLE	
	SI	NO
Motocicleta		
Carro		
Autobús		
Transporte de carga pesada		

3. CARGA VEHICULAR.

AUTOMOTOR	NÚMERO DE UNIDADES POR HORA
Motocicleta	
Carro	
Autobús	
Transporte de carga pesada	

Anexo No. 14
Ficha de registro.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



- INSTRUMENTO: **Ficha de registro** de mediciones de monóxido de carbono para la investigación «CARBOXIHEMOGLOBINA SÉRICA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR»
- OBJETIVO: Documentar los valores obtenidos de las mediciones de CO en la Facultad Multidisciplinaria Oriental.
- ACLARACIONES:
 - ◊ Los datos documentados acá, son representativos únicamente para esta investigación.
- INDICACIONES:
 - Se definieron cinco puntos estratégicos: Parada de buses, agronomía, cafetines, biblioteca, edificios de medicina.
 - En un mes se realizarán mediciones de monóxido de carbono en cada uno de los puntos estratégicos.
 - Para realizar las mediciones se utilizará el aparato Medidor de monóxido de carbono AS8700A.
 - Se documentarán en el cuadro colocando la medición de cada día.
- CLASIFICACIÓN DE LOS VALORES DE MONÓXIDO DE CARBONO:
 - Buena: 0 – 50 ppm.
 - Moderada: 51-150 ppm.
 - Dañina: 151-200 ppm.

PUNTOS ESTRATÉGICOS					
DÍA	PUNTO 1: PARADA DE BUSES	PUNTO 2: AGRONOMÍA	PUNTO 3: CAFETÍN	PUNTO 4: BIBLIOTECA	PUNTO 5: EDIFICIOS DE MEDICINA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Anexo No. 15

Técnica de Venopunción.

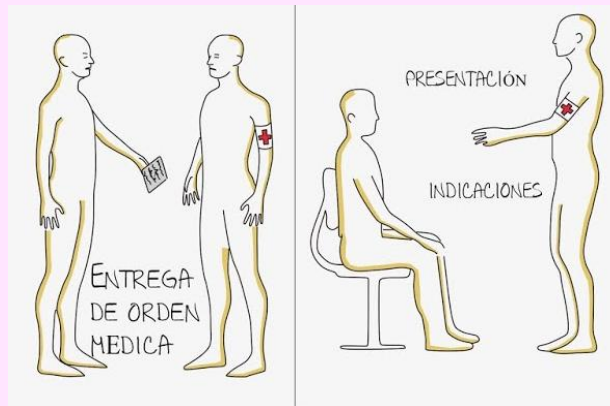
Objetivo: Obtener muestra de sangre venosa del paciente para determinaciones diagnósticas.

Materiales:

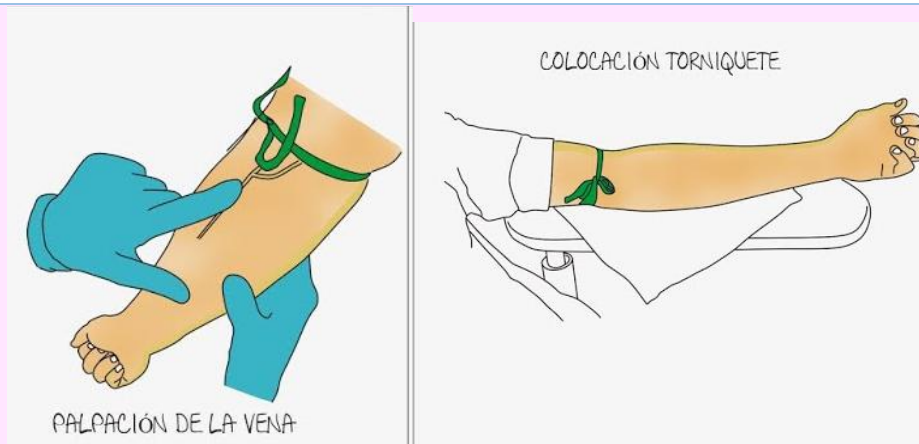
- Banda elástica de goma (compresor)
- Alcohol 70°
- Torundas de algodón
- Guantes
- Banditas adhesivas
- Tubos de extracción con vacío.
- Etiquetas adhesivas impresas de forma individualizada para cada paciente y extracción
- Portatubos
- Aguja de doble punta o jeringas con agujas
- Contenedor de objetos punzantes.

Procedimiento:

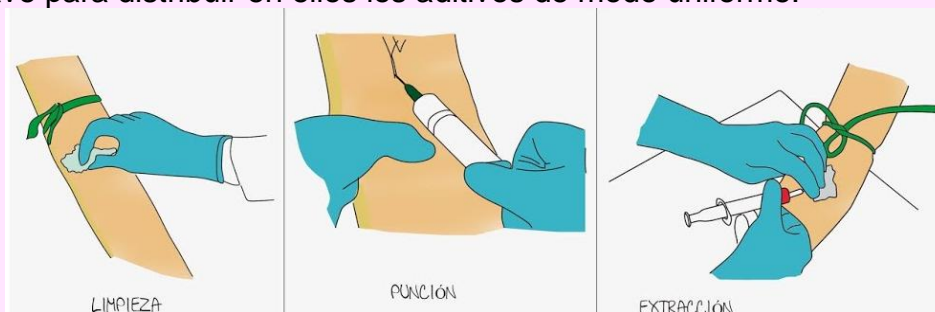
1. Para relajar al paciente, le saludamos y le colocamos en el lugar de extracción, hablamos con él para conocer su identidad y si sufre de alergias y otros datos relevantes, como, por ejemplo, si suele marearse o si toma anticoagulantes.



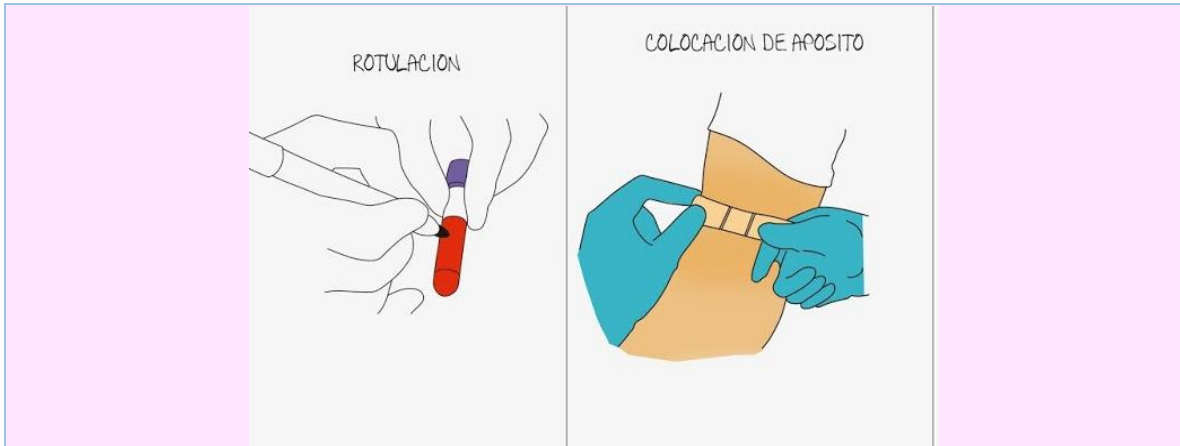
2. A continuación, colocamos el brazo y acomodamos al paciente, decidimos dónde es mejor pinchar y relajamos la zona de extracción. Se palpa la vena para identificar aspectos como su curso, su elasticidad y su tamaño, y si todo es correcto, hacemos el torniquete.



3. Desinfectamos la zona, nos ponemos los guantes desechables y procedemos a la punción: primero cogemos la aguja y le quitamos el capuchón, aseguramos de nuevo el curso de la vena, acercamos la aguja paralelamente al curso de la vena elegida, y con el bisel hacia arriba puncionamos la piel igual de suave que de rápido.
4. La aguja debe estar en un ángulo de 10 a 20 grados. Notaremos menos resistencia cuando la aguja llega al lumen de la vena y empieza la extracción de sangre. El paciente abre el puño que hasta ahora mantenía cerrado y llenamos los tubos necesarios, los cuales removemos unas veces de manera suave para distribuir en ellos los aditivos de modo uniforme.



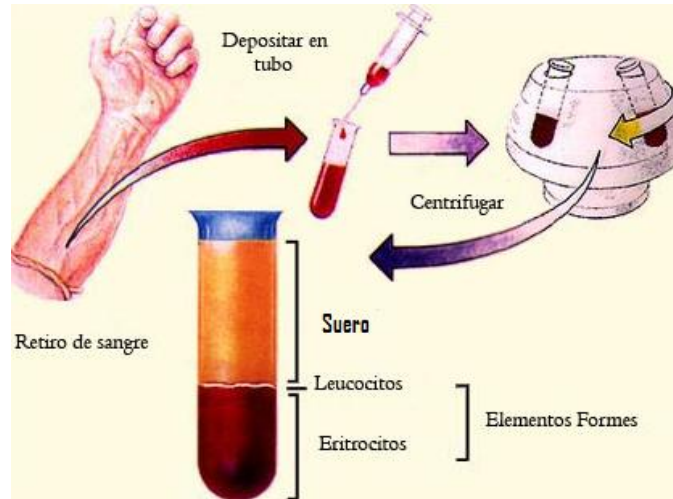
5. Cuando es suficiente, quitamos el último tubo y soltamos el torniquete, colocando un algodón sobre la zona de punción. Desechamos tanto la aguja como la mariposa a los apósitos contenedores, y pedimos al paciente que presione el algodón durante unos minutos. Por último, colocamos la correspondiente etiqueta sobre las muestras.



OBTENCION DEL SUERO

El suero se obtiene dejando que se produzca la coagulación espontánea en un tubo seco sin anticoagulante y preferentemente de vidrio, las muestras así obtenidas se dejan a temperatura ambiente en posición vertical y hasta que se coagulen y se inicie la retracción del coágulo (de 30-40 minutos después de obtener la muestra). Posteriormente se centrifugan los tubos 2500-3000 rpm (5-10 min) para separar el suero del coágulo.

Esta separación conviene realizarla dentro de las dos horas siguientes a la toma de muestra para evitar el intercambio de compuestos entre las células y el suero y su deterioro.



Anexo No. 16

Carboxihemoglobina sérica cuantificada.

La cuantificación de la carboxihemoglobina sérica se realiza a través de la espectrofotometría.

La medición del porcentaje de COHb en la sangre por la técnica de espectrofotometría, se basa en comparación de los espectros de absorción de COHB con la oxihemoglobina o la hemoglobina reducida a una longitud de onda específica. Los métodos más utilizados son:

- **REDUCCIÓN CON DITIONITO DE SODIO**

Fernández (2004) cita el método descrito por Ernest Beutler y Carol West el mismo que establece que cuando se agrega Ditionito de Sodio como agente reductor a la sangre tanto la oxihemoglobina como la metahemoglobina pasan a la forma reducida, dando un espectro característico, mientras que la mayor afinidad por el oxígeno que tiene la Carboxihemoglobina, evita que esta sea reducida, generando dos picos en diferente longitud de onda. Las absorbancias de los pigmentos son medidas a 420 y 432nm, a un pH de 6,85.

Esta técnica espectrofotométrica ha sido ampliamente descrita, evaluada y aplicada por su sencillez, confiabilidad y bajo costo frente a técnicas como la cromatografía de gases, tal como lo describe Ríos (2011); ya que requiere poca cantidad de muestra y los resultados se emiten en corto tiempo, por lo que es de utilidad especialmente en casos de intoxicaciones agudas por CO dentro de la urgencia clínica.

Preparación de reactivos:

Buffer: Preparar una solución 0.1mol/ L K_2HPO_4 / KH_2PO_4 pH= 6.85

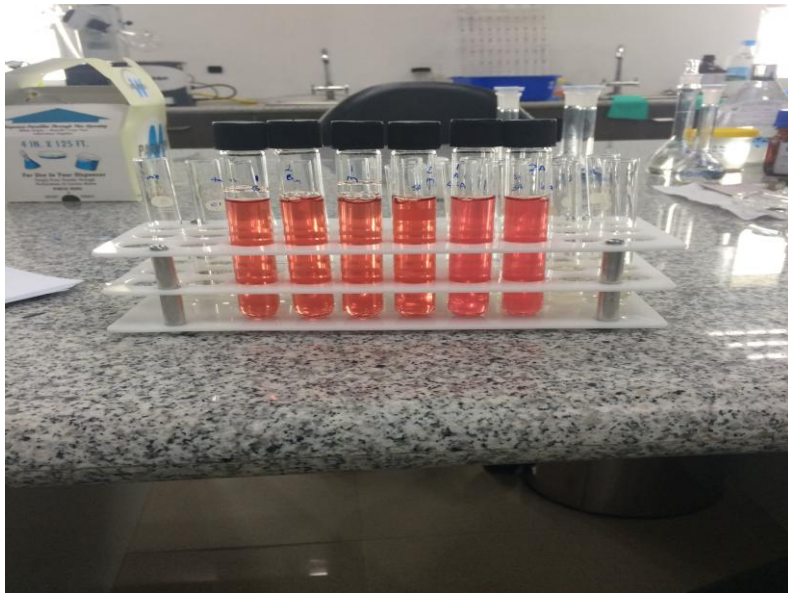
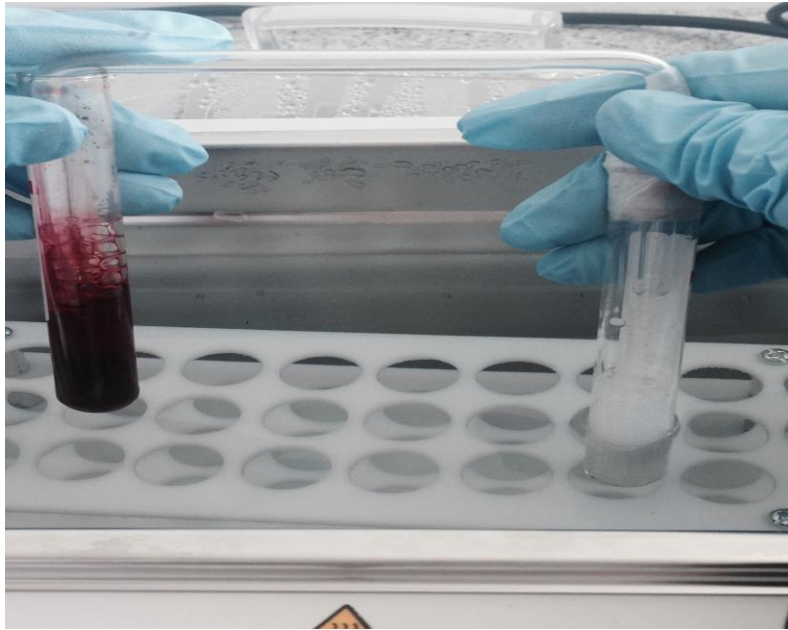
Solución hemolizante: Diluir el Buffer 1:10 con agua desionizada.

Solución diluyente de COHB: Agregar 25 mg de Ditionito de Sodio en 20mL del Buffer.

Toma y preparación de muestras.

Procedimiento:

1. Extraer la sangre venosa a los pacientes en un tubo vacutainer que contengan anticoagulante (Heparina de sodio o EDTA).
2. Dejar que lleguen a temperatura ambiente.
3. Medir 12ml de la solución hemolizante en un tubo de ensayo y agregar 100uL de la muestra de sangre, homogenizar.
4. Dejar en reposo a temperatura ambiente por 10 minutos.
5. Medir 2.3mL de solución diluyente de COHB en un tubo de ensayo y adicionarle 100uL del hemolizado, mezclar.
6. Dejar a temperatura ambiente por 10 minutos, luego proceder a la cuantificación.
7. Leer las absorbancias a 420 y 432nm, utilizar como blanco la solución diluyente de COHb.



Cálculos:

- Se usa la siguiente ecuación para calcular la fracción de COHb:

$$\% \text{ COHb} = [1 - (\text{AR} \times \text{F1})] / [\text{AR} \times (\text{F2} - \text{F1}) - \text{F3} + 1]$$

AR es el radio A_{420}/A_{432} del hemolizado en solución diluyente de COHb

$$\text{F1} = 1.3330$$

$$\text{F2} = 0.4787$$

$$\text{F3} = 1.939$$

Las constantes F1, F2 y F3 son calculadas de las absorbancias molares de la COHb a 420 y 432 nm.

- DETERMINACIÓN POR MICRO DIFUSIÓN.

Se basa en el poder reductor del monóxido de carbono, el cual al ponerse en contacto con una solución de cloruro de paladio (PdCl_2), reacciona produciendo paladio metálico (Pd^0). La reacción se realiza en cámaras de Conway que poseen en el compartimento externo la muestra de sangre y el agente liberador ácido sulfúrico) y en el interno el agente atrapante (PdCl_2). En este caso, se produce la captación y oxidación del monóxido de carbono, forzándose la remoción completa del mismo al cabo de un tiempo y temperatura determinados. El exceso de PdCl_2 es valorado posteriormente con yoduro de potasio (IK) en presencia de goma arábica (Flanagan, Braithwaite, Brown, Widdop, & Wolff, 1995)

Anexo No. 17

Prueba de la Katayama.

Fundamento: evidenciar la presencia de carboxihemoglobina a través del color, la intensidad del color dependerá de la cantidad de la carboxihemoglobina presente.

Materiales:

- Tubos de ensayo
- Portatubos
- Agua destilada
- Ácido acético
- Marcador para rotular
- Pipetas Pasteur

Procedimiento:

1. Rotular dos tubos de ensayo como testigo y problema.
2. Añadir en ambos tubos 10 ml de agua destilada.
3. Añadir en el tubo problema 5 gotas de sangre problema.
4. Añadir en el tubo testigo 5 gotas de sangre control.
5. Mezclar y añadir 1 ml ácido acético.
6. Si la sangre presenta carboxihemoglobina adquiere una tonalidad roja o rosada y si no un color pardo o castaño.
7. El tubo testigo siempre ha de presentar una tonalidad parda o castaña.



Anexo No. 18

Oximetría de pulso.

La oximetría es un exámen capaz de medir la saturación de oxígeno de la sangre, que es el porcentaje de oxígeno que se está siendo transportado en la circulación sanguínea. Esta medida suele ser necesaria cuando se sospecha de enfermedades que perjudican o interfieren con el funcionamiento de los pulmones, como por ejemplo asma, enfisema, neumonía, cáncer de pulmón, congestión pulmonar o enfermedades neurológicas.

Generalmente, cuando la oximetría da como resultado una saturación de oxígeno por encima de 90% indica que hay una buena oxigenación de la sangre, sin embargo, es necesario que el médico evalúe cada caso individualmente. Una saturación de oxígeno en la sangre baja puede indicar la necesidad de realizar tratamientos como catéter o máscaras de oxígeno, y en caso de que no se realice el tratamiento indicado puede ser un riesgo para la vida del individuo.



La oximetría de pulso (SpO₂) es la estimación de la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) en forma no invasiva, usando dos emisores de luz y un receptor colocados a través de un lecho capilar pulsátil.

- Antes de evaluar al paciente se debe probar el funcionamiento del sensor y del equipo realizando una medición en uno mismo. Hay que tener la precaución de utilizar siempre el sensor correspondiente al equipo que se está utilizando y elegir el sensor adecuado al paciente (pediátrico o adulto, para el dedo o para el lóbulo de la oreja).
- Seleccionar de acuerdo a las condiciones del paciente el sitio donde se colocará el sensor para la medición: lecho ungueal de un dedo de la mano -habitualmente el índice-, en recién nacidos y lactantes se puede utilizar el primer el dorso de la mano o del pie; ocasionalmente en adultos se puede utilizar el lóbulo de la oreja.
- Se debe asegurar que no exista esmalte de uñas, ni otro elemento que pueda interferir como cremas, pinturas, tinturas u otros similares.
- Siempre se debe colocar el fotodiodo emisor de luz (luz roja) hacia el lecho ungueal y el fotodiodo receptor (que no emite luz) en el extremo totalmente opuesto (en línea paralela) hacia el pulpejo del dedo.
- Si existe exceso de luz ambiental, se debe cubrir el sensor.
- Hay que verificar que el sitio de medición se encuentre bien perfundido, no vaso contraído, ni frío, con la piel seca, no sudorosa y evitando cualquier presión sobre el lugar de la medición, por ejemplo, manguito de presión.
- Se deben evitar artefactos de movimiento tratando que el paciente esté lo más tranquilo posible durante la medición, ya sea en posición sentada o en decúbito.
- Una vez colocado el sensor, se debe evaluar en la pantalla del equipo la estabilidad de la curva pletismográfica o de la señal luminosa, verificando que ésta sea constante en intensidad y en el ritmo.

Anexo No. 19

Medición de Monóxido de Carbono ambiental.

Medidor de Monóxido de Carbono AS8700A.

El medidor de monóxido de carbono AS8700A le permite determinar la concentración exacta de monóxido de carbono en el ambiente y de esta forma asegurar que en lugares donde se emite monóxido de carbono (CO) la concentración se encuentra de los límites adecuados que establece la legislación vigente para evitar la contaminación.

Este medidor de carbono de mano está listo para operar después de 120 segundos tras haber sido encendido y puede detectar concentraciones de monóxido de carbono (CO) en un rango de 0 a 1000 ppm. rápidamente y de manera eficaz. Estos valores, que pueden ser determinados con una exactitud de ± 10 ppm., se presentan de forma clara y visible sobre una pantalla o display extensa y retroiluminada.

Incluso niveles críticos pueden ser comprobados rápida y fácilmente gracias a su función de alarma integrada. Si los valores superan 35 ppm., entonces el medidor avisa al usuario de manera automática con un sonido acústico, va en aumento, y llega a convertirse en un sonido permanente cuando el valor de 200 ppm. es superado.

Ventajas prácticas:

- Rápido y de eficaz medición de concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el ambiente y aire.
- Rango de medición: 0 - 1000 ppm.
- Precio económico.
- Límite de aviso de alarma ajustable
- Display retroiluminado
- Auto apagado.



Anexo No. 20
Triangulación de las variables.

Objetivo	Indicadores	Técnicas								Plan de análisis			
		Entrevista*									Docs.	Obs.	Medición
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Documentar información relacionada con fuentes de contaminación de monóxido de carbono y efectos a la salud	Contaminación industrial.						x	x		x	x		Triangulación de fuentes informantes y técnicas (observación, documentos y mediciones)
	Contaminación vehicular.										x	x	Triangulación de observación y medición
	Contaminación por prácticas agrícolas.					x			x				Triangulación de las fuentes informantes
	Efectos en la salud.	x	x	x	x		x	x		x	x		Triangulación de las fuentes informantes, de la observación y documentación
	Monóxido de carbono.	x	x	x	x					x	x	x	Triangulación de las fuentes informantes y técnicas (observación, documentos y mediciones)
	Carboxihemoglobina.	x	x	x	x					x			Triangulación de las fuentes informantes y documentos.
Identificar fuentes	Observación del ambiente (zona										X		Triangulación de la observación.

contaminantes de monóxido de carbono en los alrededores de las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental	industrial)																	
	Observación de carga vehicular													x				Triangulación de la observación.
	Razones de las quemas controladas (beneficios e inconvenientes)					x					x							Triangulación de las fuentes informantes.
Realizar sondeo de mediciones ambientales de monóxido de carbono en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Oriental utilizando el Medidor de monóxido de carbono AS8700A.	Documentar los valores obtenidos de las mediciones de CO, en hoja de registro															x		Triangulación de las mediciones.
	Valores de referencia										x					x		Triangulación de documentos y mediciones.
Documentar los efectos cognitivos que causan las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica.	Carboxihemoglobina.	x	x	x	x								X					Triangulación de fuentes informantes y documentos.
	Valores de referencia												X					Triangulación de documentos.

	Utilidad.	x	x	x	x						X			Triangulación de fuentes informantes y documentos.
	Viabilidad.				x						X			Triangulación de fuentes informantes y documentos.
	Rutinaria.	x	x	x	x									Triangulación de fuentes informantes.
	Efectos cognitivos (apatía, somnolencia, desanimo, ansiedad).	x	x					x	X		x			Triangulación de fuentes informantes y documentos.
Indagar la sintomatología relacionada con las altas concentraciones de carboxihemoglobina sérica presente en los estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.	Signos	x	x								X			Triangulación de fuentes informantes y documentos.
	Síntomas	x	x					x			x			Triangulación de fuentes informantes y documentos.
	Medición sérica de COHb				x						x			Triangulación de fuentes informantes y documentos.

Código numérico de las entrevistas:

1 = Médico	2 = Médico Neumólogo	3 = Licenciado en Laboratorio Clínico
------------	----------------------	---------------------------------------

4 = Anestesiólogo	5 = Inspector del MAG	6 = Estudiante
7 = Docente	8 = Agricultor.	

Anexo No. 21

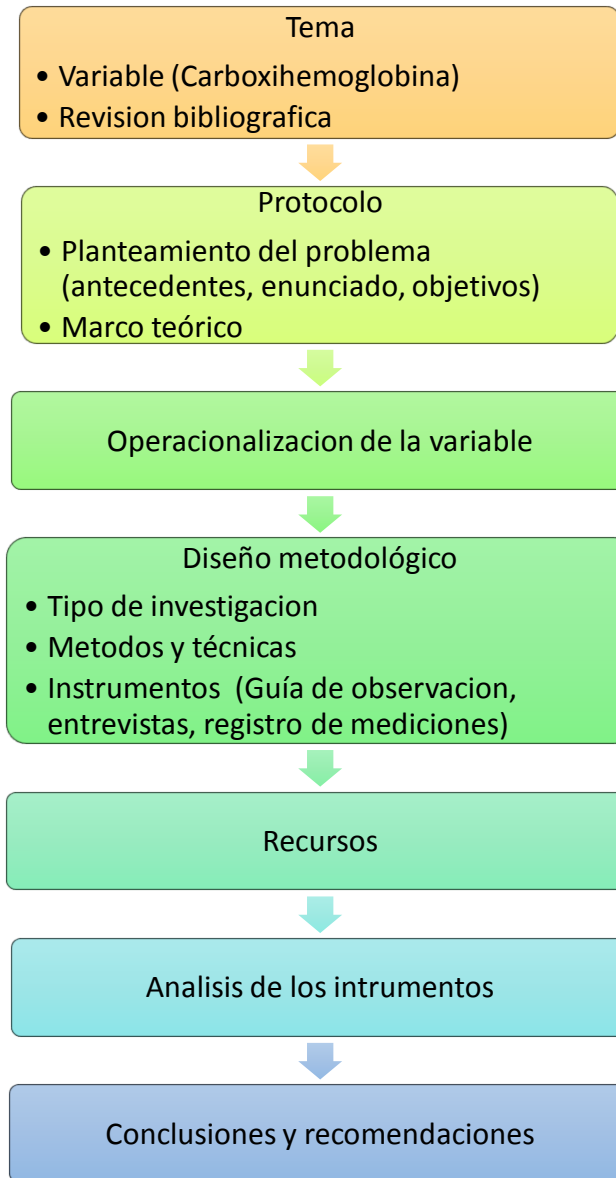
Afiche propuesto para crear interés para la determinación de Carboxihemoglobina.



Fuente: Creación propia.

Anexo No. 22

Esquema del procedimiento de investigación.



Fuente: Creación propia.

Anexo No. 23

Listado de siglas y abreviaturas.

- AL: Asamblea legislativa.
- CIFCO: Centro internacional de ferias y convenciones.
- CO: Monóxido de carbono.
- CODEM: Comando de doctrina y educación militar.
- COHb: Carboxihemoglobina.
- FR: Frecuencia respiratoria.
- GEI: Gases de efecto invernadero.
- HFC: Hidrofluorocarbonos.
- IR: Radiación infrarroja.
- MAG: Ministerio de agricultura y ganadería.
- MARN: Ministerio de medio ambiente y recursos naturales.
- OMS: Organización mundial de la salud.
- Pd⁰: Paladio metálico.
- PFC: Perfluorocarbonos.
- PPM: Partículas por millón.

Anexo No. 24

Glosario.

- **COGNITIVO:** Relacionado con el proceso de adquisición de conocimiento (cognición) mediante la información recibida por el ambiente, el aprendizaje.
- **DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂):** Es un óxido cuya fórmula molecular es SO₂, es un gas incoloro con un característico olor irritante; se trata de una sustancia reductora que, con el tiempo, el contacto con el aire y la humedad, se convierte en trióxido de azufre.
- **INTERPOLACIÓN:** Obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto discreto de puntos.
- **KATAYAMA:** Prueba colorimétrica cualitativa para la presencia de carboxihemoglobina en la sangre.
- **MATERIAL PARTICULADO (PM):** Son una serie de diminutos cuerpos sólidos o de gotitas de líquidos dispersos en la atmósfera. Son generadas a partir de alguna actividad antropogénica (causada por «el hombre», como la quema de carbón para producir electricidad) o natural (como por ejemplo la actividad volcánica).
- **MÓXIDO DE NITRÓGENO (NO):** Gas incoloro y soluble en agua, presente en pequeñas cantidades en los mamíferos. Está también extendido por el aire siendo producido en automóviles y plantas de energía.

- PM_{2.5}: Concentración de material particulado menor a 2.5 micrómetros de diámetro.
- SATURACIÓN DE OXÍGENO: nivel de oxigenación de la sangre. La saturación de oxígeno en sangre, concretamente la saturación arterial de oxígeno (SaO₂), es un importante parámetro para evaluar la función respiratoria.
- ERA: en agricultura se define como el terreno donde se trillan los granos, es el terreno que se prepara para una nueva siembra.

Anexo No. 25
Presupuesto de la Investigación.

No	Concepto	Valor Total(\$)
1	Internet	300.00
2	Recursos técnicos	100.00
3	Material escolar o de oficina	30.00
4	Combustible	100.00
5	Recursos concretos	120.00
6	Compra de libros	40.00
7	Pago de office	50.00
8	Gastos	125.00
9	Imprevistos (10%)	86.50
Total		\$ 951.50

Anexo no. 26
Cronograma de actividades

MESES	Mar./2020				Abr./2020				May./2020				Jun./2020				Jul./2020				Ago./2020				Sep./2020				Oct./2020				Nov./2020							
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Reuniones generales con la Coordinación del Proceso de Graduación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
2. Elección del Tema	■	■	■	■																																				
3. Inscripción del Proceso de Graduación		■																																						
4. Aprobación del Tema y Nombramiento de Docente Asesor			■	■																																				
5. Elaboración de Protocolo de Investigación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
6. Entrega Final de Protocolo de Investigación.																	15 de junio de 2020																							
7. Ejecución de la Investigación																	■	■	■	■	■	■	■	■																

8. Tabulación, Análisis e Interpretación de categorías.																		
9. Redacción del Informe Final																		
10. Entrega del Informe Final									30 de Oct. de 2020									
11. Exposición de Resultados																		