



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Evaluación de los riesgos ocupacionales físicos y químicos en laboratorios de química de la UPTC**

**Laurie Nohemí Cely Céspedes**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Maestría en Salud Pública

Bogotá D.C., Colombia

2018



# **Evaluación de los riesgos ocupacionales físicos y químicos en laboratorios de química de la UPTC**

**Laurie Nohemí Cely Céspedes**

Tesis de Maestría presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magíster en Salud Pública**

**Director**

Doctor Mauricio Hernando Torres Tovar  
Universidad Nacional de Colombia

**Codirector**

Doctor Víctor Hugo Cely Niño

**Asesor**

Doctor Juan Manuel Ospina Díaz  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

**Línea de Investigación:**

Salud Laboral

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Maestría en Salud Pública

Bogotá D.C., Colombia

2018



***Dedicatoria***

*A mi hija Lucianita, mi amor, mi viento.*

*A mis padres Lucy y Víctor Hugo, mis soles.*

*A mi hermanita, mi mejor ejemplo de lucha.*



# Agradecimientos

A mi Director de Tesis, Dr. Mauricio Hernando Torres Tovar, por su aporte técnico, paciencia y lucidez para la eficaz conclusión de ésta tesis.

A mi maestro, amigo y asesor en esta tesis, Dr. Juan Manuel Ospina Díaz. Su guía y apoyo fueron decisivos para lograrlo.

Al emérito profesor UN, Dr. Carlos Arturo Sarmiento Limas, mi maestro, director de mi postgrado y de mis primeros pinitos en investigación en Salud Pública. Su acogida, confianza y soporte fueron decisivos para realizar mi maestría. Mil gracias, Carlos Arturo.

Al Grupo de Investigación en Ecoeficiencia, Productos Naturales e Innovación Tecnológica de la Escuela de Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Básicas, dirigido por el Profesor PhD. Víctor Hugo Cely Niño; además codirector de esta tesis.

Al honorable y respetado jurado por sus aportes valiosos y constructos dados en la evaluación de la tesis, vitales para mi formación como investigadora en salud pública:  
Dr. Jairo Ernesto Luna García y Dra. Imma Quitzel Molina Caicedo, docentes de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.





## Resumen

En los laboratorios de química de una universidad, existen condiciones ocupacionales híbridas, porque allí se ejercen actividades laborales de docencia e investigación científica, que involucran a una población de trabajadores: docentes, laboratoristas y químicos en formación, quienes manipulan sustancias químicas e industriales (tóxicas-citotóxicas), residuos peligrosos y subproductos contaminantes; además están sometidos a exposición por radiación electromagnética no ionizantes (R-UV), campos magnéticos, resonancia, vibración y estrés térmico, derivada del uso de equipos, montajes y procesos.

En este trabajo se abordó como problema de investigación a la exposición continuada al riesgo de una población de 76 trabajadores de laboratorios de Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Mediante estudio cualitativo y análisis estadístico de corte transversal, se realizó la evaluación al riesgo ocupacional de tipo físico y químico en cinco puestos de trabajo en los laboratorios: de docencia, especializado, de grupo de investigación, de análisis químico con equipamiento robusto y de planta piloto.

Los resultados obtenidos se validaron mediante análisis de categorías por: tipo-frecuencia de exposición laboral, actitudes, así mismo por la evaluación de riesgo ocupacional físico y químico en el puesto de trabajo, aportando información relevante para generar registros fiables que favorecen el control preventivo y continuado de estos trabajadores sui generis. Complementariamente, se propone implementar un programa de vigilancia de la salud ocupacional para los trabajadores de los laboratorios, sin detrimento la calidad educativa.

### Palabras clave

Riesgos físicos, riesgos químicos, factores de riesgo, epidemiología laboral, vigilancia en salud ocupacional, procesos productivos en laboratorios de química.

## Abstract

In the chemistry laboratories of a university, there are hybrid occupational conditions, because there work teaching activities and scientific research, involving a population of workers: teachers, laboratoristas and chemists in formation, who manipulate chemical and industrial substances (toxic-cytotoxic), dangerous residues and contaminating by-products; they are also subject to exposure by non-ionizing electromagnetic radiation (R-UV),

magnetic fields, resonance, vibration and thermal stress, derived from the use of equipment, assemblies and processes.

In this work, the ongoing exposure to the risk of a population of 76 workers from chemistry laboratories of the Pedagogical and Technological University of Colombia was addressed as a research problem.

Through a qualitative study and cross-sectional statistical analysis, the occupational risk assessment of physical and chemical type was carried out in five work places in the laboratories: teaching, specialized, research group, chemistry analysis with robust equipment and pilot plant.

The results obtained were validated by means of analysis of categories by: type-frequency of occupational exposure, attitudes, likewise by the evaluation of occupational physical and chemical risk in the workplace, providing relevant information to generate reliable records that favor the preventive and continued control of these sui generis workers.

In addition, it is proposed to implement a program of occupational health surveillance for laboratory workers, without detriment to the quality of education.

**Keywords**

Physical risks, chemical risks, risk factors, occupational epidemiology, occupational health surveillance, productivity process in chemical laboratories

# Contenido

<b>1. El problema de investigación .....</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	3
1.2 Justificación.....	8
1.3 Descripción del problema .....	10
1.4 Preguntas de investigación .....	11
1.5 Objetivos .....	11
1.5.1 Objetivo general.....	11
1.5.2 Objetivos específicos.....	12
1.6 Organización del contenido .....	12
<b>2. Marco referencial.....</b>	<b>15</b>
2.1 Estado del arte .....	17
2.2 La situación actual en Colombia.....	18
2.3 Riesgos Físicos.....	19
2.4 Riesgos químicos.....	20
2.5 La exposición: conceptos y variables .....	22
2.6 Riesgo de toxicidad .....	26
2.7 Normatividad sobre riesgos.....	28
2.8 Acciones encaminadas a la prevención del riesgo: vigilancia epidemiológica de la salud ocupacional .....	29
<b>3. Metodología.....</b>	<b>33</b>
3.1 Tipo de estudio.....	33
3.2 Delimitación espacio-temporal.....	33
3.3 Sujetos de estudio.....	33
3.4 Población expuesta .....	33
3.5 Muestra .....	34
3.6 Características y criterios metodológicos .....	35
3.7 Técnicas de recolección de información.....	35
3.7.1 Observación directa en los laboratorios .....	37
3.7.2 Instrumento para evaluación del riesgo físico y químico .....	38
3.7.3 Interpretación de actitudes y escalas .....	39
3.7.4 Entrevista individual no estructurada .....	40
3.8 Fases de la investigación .....	40
3.9 Consideraciones éticas .....	41
<b>4. Resultados.....</b>	<b>42</b>
4.1 Ubicación físico espacial de laboratorios.....	42
4.2 Observación directa: procesos productivos .....	42
4.2.1 Subproceso: práctica de laboratorio.....	44
4.2.2 Subproceso: desarrollo de un trabajo de grado .....	45
4.2.3 Subproceso: desarrollo de un trabajo de investigación .....	45
4.2.4 Subproceso: práctica especializada de laboratorio .....	47
4.2.5 Subproceso: práctica de laboratorio en una planta piloto.....	48
4.3 Caracterización de riesgo en laboratorios de química .....	48

## XII Evaluación de riesgos ocupacionales físicos y químicos en los laboratorios de química de la UPTC

---

4.4	Resultados de las entrevistas semiestructuradas.....	51
4.5	Evaluación de Percepción de Riesgo Ocupacional .....	55
4.5.1	Análisis de riesgos por agrupación .....	58
4.5.2	Análisis ponderado del riesgo.....	59
4.6	Sistema de vigilancia en salud laboral .....	61
4.7	Directrices para la formulación de un Programa de Vigilancia en Salud para trabajadores de los Laboratorios de Química ECQ-UPTC.....	63
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>75</b>
5.1	Recomendaciones .....	77

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 2-1: Relaciones conceptuales sobre el riesgo.....	25
Figura 4-1: Diagrama de Flujo - Proceso: práctica de laboratorio .....	44
Figura 4-2: Diagrama de Flujo - Proceso: desarrollo de un trabajo de grado .....	45
Figura 4-3: Diagrama de Flujo – Proceso: desarrollo de un trabajo de investigación .....	46
Figura 4-4: Diagrama de Flujo - Proceso: práctica especializada de laboratorio .....	47
Figura 4-5: Diagrama de Flujo - Proceso: práctica de laboratorio en planta piloto.....	48
Figura 4-6: Caracterización de Riesgos en los Laboratorios de Química UPTC.....	50
Figura 4-7 Procedimiento para la generación del Plan de Vigilancia .....	61
Figura 4-8 Mecanismos de actuación en prevención de riesgos laborales.....	62
Figura 4-9 Mecanismos de intervención en prevención de riesgos en laboratorio.....	62

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 3-1 Técnicas, objetivos y sistematización de información. ....	36
Tabla 4-1 Grupo de riesgos presentes en los laboratorios de química ECQ-UPTC.....	49
Tabla 4-2 Percepción de las y los entrevistados sobre los riesgos físicos y químicos y sus efectos sobre la salud.....	51
Tabla 4-3 Cuadro resumen de la evaluación de la percepción .....	57
Tabla 4-4 Promedio agrupado de Riesgos Físicos (promedio ítems 1 a 17) .....	59
Tabla 4-5 Promedio Riesgos Químicos agrupados (promedio ítems 18 a 38) .....	59
Tabla 4-6 Análisis ponderado de la percepción del riesgo.....	60

## Lista de Símbolos y abreviaturas

**ARL:** Administradora de Riesgos Laborales

**CE:** Certificado

**COPASST:** Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo

**ECQ:** Escuela de Ciencias Químicas

**EPP:** Elementos de protección personal

**ISL:** Información Sociodemográfica Laboral

**GATISO:** Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional basadas en la evidencia

**NTC:** Norma Técnica Colombiana

**OISS:** Organización Iberoamericana de Seguridad Social

**SGA:** Sistema de Gestión Ambiental

**SIGA-SSO:** Sistema Integrado de Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional

**SGRL:** Sistema General de Riesgos Laborales

**UPTC:** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

**VLA-EC:** Valores límites de exposición ambiental corta

**VLA-ED:** Valores límites de exposición ambiental diaria

## GLOSARIO

- **Accidente Laboral:** Es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera de lugar y horas de trabajo. (Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones).
- **Acto Inseguro:** comportamiento que podría dar paso, a la ocurrencia de un accidente.
- **Almacenamiento:** Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final. (Dec. 4741 de 2005)
- **CL<sub>50</sub>:** Concentración Letal media es la estimación estadística de la concentración mínima de tóxico en el aire, necesaria para matar el 50% de una población de especies experimentales bajo condiciones controladas que incluye la indicación de especie, sexo y edad de los animales usados en la experimentación. Se expresa en microgramos de tóxico por decímetro cúbico o en partes por millón. (Decreto 1843 de 1991)
- **CL<sub>50</sub> por inhalación:** Concentración Letal media por Inhalación es la estimación estadística de concentración mínima de tóxico en el aire respirado durante una hora, capaz de matar dentro del lapso de 14 días, la mitad de una población compuesta por lo menos de 10 animales de laboratorio. Se determina mediante una serie de pruebas controladas bajo criterios específicos y ampliamente aceptados. Se expresa en microgramos por decímetro cúbico cuando se trata de vapores o gases, con indicación de especie, sexo y edad de animales usados en experimentación. (Dec. 1843 de 1991).
- **Derrame:** Fuga, descarga o emisión, producida por practica o manipulación inadecuada de las sustancias peligrosas
- **Disposición final:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. (Decreto 4741 de 2005)
- **DL<sub>50</sub>:** Dosis Letal media es la estimación estadística de la dosis mínima necesaria para matar el 50% de una población de animales de laboratorio bajo condiciones controladas. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso animal, con indicación de la especie, sexo y edad de los animales usados en la experimentación. Se aplica por vía oral, dérmica, mucosa y parenteral. (Decreto 1843 de 1991).
- **DL<sub>50</sub> aguda oral:** Dosis letal media aguda-oral es la estimación estadística de la dosis de tóxico que administrada una vez por vía oral es capaz de matar el 50% de una población animal mínima de 10 y observada durante 14 días dentro de laboratorio. Se



determinan mediante una serie de pruebas controladas bajo criterios específicos y ampliamente aceptados. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso animal, con indicación de la especie, sexo, edad de los animales usados en la experimentación. (Decreto 1843 de 1991)

- **DL<sub>50</sub> aguda dérmica:** Dosis Letal media aguda dérmica. Estimación estadística de la dosis mínima de tóxico que, en contacto con la piel desnuda e intacta durante 24 horas, es capaz de matar por absorción dentro del lapso de 14 días la mitad de una población compuesta por lo menos de 10 animales de laboratorio. Se determina mediante una serie de pruebas controladas bajo criterios específicos y ampliamente aceptados. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso animal, con indicación de la especie, sexo, edad de los animales usados en la experimentación. (Decreto 1843 de 1991)
- **Enfermedad:** Condición física o mental adversa identificable, que surge, empeora o ambas, a causa de una actividad laboral, una situación relacionada con el trabajo o ambas. (NTC-OHSAS 18001:2007)
- **Enfermedad Laboral:** Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacional será reconocida como enfermedad laboral. (Ley 1562 de 2012)
- **Elemento de protección personal:** Todo elemento fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.
- **Evacuación:** Es la acción de desalojar una unidad, servicio o lugar, en que se ha declarado una emergencia.
- **Estrategias de Vigilancia en Salud Pública.** Conjunto de métodos y procedimientos para la vigilancia de eventos de interés en salud pública, diseñadas con base en las características de los eventos a vigilar; la capacidad existente para detectar y atender el problema; objetivos de vigilancia; costos relacionados con desarrollo de la capacidad necesaria y características de instituciones involucradas en el proceso de la vigilancia.
- **Eventos.** Sucesos o circunstancias que pueden modificar o incidir en la situación de salud de un individuo o una comunidad y que para efectos del Decreto 3518 de 2006, se clasifican en condiciones fisiológicas, enfermedades, discapacidades, muertes; actores protectores y factores de riesgo relacionados con condiciones del medio ambiente, consumo y comportamiento; acciones de protección específica, detección temprana y atención de enfermedades y demás factores determinantes asociados.
- **Eventos de Interés en Salud Pública.** Aquellos considerados como importantes o trascendentes para la salud colectiva por parte del Ministerio de la Protección Social, teniendo en cuenta criterios de frecuencia, gravedad, comportamiento epidemiológico,

posibilidades de prevención, costo–efectividad de las intervenciones, e interés público que, además requieren ser enfrentados con medidas de salud pública.

- **Extintor:** Equipo con propiedades físicas y químicas diseñado para la extinción inmediata del fuego.
- **Factor de riesgo:** cualquier característica o circunstancia detectable de una persona o grupo de personas, asociada con un aumento en la probabilidad de padecer, desarrollar o estar expuesto a un proceso mórbido.
- **Factores de Riesgo / Factores Protectores.** Aquellos atributos, variables o circunstancias inherentes o no a los individuos que están relacionados con los fenómenos de salud y que determinan en la población expuesta a ellos, una mayor o menor probabilidad de ocurrencia de un evento en salud.
- **Fichas de seguridad:** Es un documento que contiene instrucciones detalladas para el manejo de las sustancias químicas de una manera segura, también refiere aspectos de toxicidad, efectos de la salud, reactividad, almacenaje, etc., buscando reducir los riesgos laborales y medioambientales.
- **Fuente de Riesgo:** Condición/acción que genera el riesgo
- **Higiene Industrial:** Conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo del ambiente de trabajo que puedan alterar la salud de los trabajadores, generando enfermedades profesionales.
- **Incendio:** Fuego de grandes proporciones que provoca daños a las personas a las instalaciones y al medio ambiente.
- **Peligro:** Fuente, situación, o acto con un potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, o una combinación de éstas (NTC-OHSAS 18001:2007)
- **Prevención:** Es el conjunto de acciones dirigidas a identificar, controlar y reducir los factores de riesgo biológicos, del ambiente y de la salud, que puedan producirse como consecuencia del manejo de los residuos de que trata el decreto, ya sea en la prestación de servicios de salud o cualquier otra actividad que implique la generación, manejo o disposición de esta clase de residuos, con el fin de evitar que aparezca el riesgo o la enfermedad y se propaguen u ocasionen daños mayores o generen secuelas evitables. (Decreto 2676 de 2000).
- **Producto químico:** Designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos. (Ley 55 de 1993).
- **Reactivos:** Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente, colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente. (Decreto 2676 de 2000).
- **Residuo o desecho:** Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus

propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó ó porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula. (Decreto 4741 de 2005).

- **Residuos peligrosos:** Son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, reactivas, radiactivas, volátiles, corrosivas y/o tóxicas, que pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (Dec. 4741 de 2005).
- **Riesgo:** Combinación de la posibilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o exposición y la severidad de la lesión o enfermedad que pueden ser causados por el evento o la exposición. (NTCOHSAS 18001:2007).
- **Riesgo físico:** Es aquel factor de naturaleza física que puede causar efectos adversos a la salud del trabajador, dependiendo de la intensidad y tiempo de exposición, incluye ruido, radiaciones (ionizantes, ultravioleta, infraroja y laser), vibraciones, temperaturas extremas y presión atmosférica (Decreto 1477 de 2014).
- **Riesgo químico:** Es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a sustancias químicas, la cual puede producir efectos agudos y/o crónicos, así como la consecuente aparición de enfermedades.
- **Toxicidad:** Propiedad fisiológica o biológica que determina la capacidad de una sustancia química para producir perjuicios u ocasionar daños a un organismo vivo por medios no mecánicos. (Decreto 1843 de 1991).
- **Vigilancia en Salud Pública.** Función esencial asociada a la responsabilidad estatal y ciudadana de protección de la salud, consistente en el proceso sistemático y constante de recolección, análisis, interpretación y divulgación de datos específicos relacionados con la salud, para la planificación, ejecución y evaluación de la práctica en salud pública. (Decreto 3518 de 2006).



# Introducción

La actividad de formación educativa en una Institución de Educación Superior IES, abarca tres funciones misionales: la docencia, la investigación y la extensión universitaria con proyección social; en donde la actividad docente involucra prácticas a nivel de laboratorio, clínico y empresarial.

En el caso de un programa de formación en química, de pregrado o postgrado, puede ocurrir que el estudiante en formación esté abocado a cumplir con todas las actividades, incluidas las del ámbito de laboratorio de química, con la respectiva exposición a riesgos fisicoquímicos laborales, a pesar que académicamente no sea considerado de ese nivel.

La actividad de la práctica educativa puede darse en: clases de laboratorio, investigación química, plantas piloto y laboratorios de análisis químico o físico especializados.

Los usuarios de laboratorios: docentes, estudiantes, jóvenes investigadores y auxiliares de laboratorio, como personal expuesto en forma directa, deben cumplir individual y colectivamente con alto compromiso y apego a las políticas, normas y protocolos, para el cabal cumplimiento de la seguridad personal y física, además de las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).

En la Escuela de Ciencias Químicas (ECQ) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), los docentes realizan actividades de docencia e investigación científica en una labor cuya asignación de trabajo conlleva actividades teóricas y prácticas, así como de investigación y extensión universitaria.

En dicha ocupación, existen riesgos tangibles en cada procedimiento o práctica en el laboratorio, lo cual evidencia un probable efecto sobre la salud e integridad física, como consecuencia de manipular diversas sustancias y contaminantes químicos, incluyendo las de tipo nefrotóxico, carcinógena, citotóxico o compatiblemente reactivas para mezclas o reacciones; además, residuos peligrosos, equipos y radiaciones.

El objetivo de ésta tesis fue identificar los factores de riesgos ocupacionales de tipo físico y químico del grupo de trabajadores presentes en los laboratorios de química de la ECQ-

UPTC, para caracterizarlos de acuerdo con el sitio y puesto de trabajo y desde allí, proponer un programa de vigilancia, para intervenir sobre la salud de éstos trabajadores.

La población que tiene actividad en los laboratorios de química de la UPTC, establece una categoría o factor de análisis de “Tipo de trabajador”, docentes-investigadores (D), estudiantes en formación investigativa (E) conformada por jóvenes investigadores, tesisistas (pregrado, maestría y doctorado), y los laboratoristas (L).

El enfoque metodológico fue “triangulación” o multimétodo, aplicado para asegurar una aproximación más comprensiva (cualitativa y estadística) en la solución del problema.

El trabajo agrega valor al estado actual del conocimiento porque la caracterización de los factores de riesgo ocupacional de tipo físico y químico, permitirá conciliar criterios para potenciar un programa de vigilancia en salud para éstos trabajadores; así como la “seguridad química”, de educandos y educadores, aspectos vitales para la enseñanza de la ciencia y el currículo del programa de química.

Dado que, este problema es muy investigado, pero poco estructurado y no formalizado, se prevé que sus resultados se constituirán en un instrumento de planificación-gestión, tanto para los órganos de gobierno como de dirección universitaria.

Siendo la vigilancia en salud pública un proceso sistemático y constante de recolección, análisis e interpretación de datos, además divulgación de información para la orientación, planificación, ejecución, seguimiento y evaluación de la práctica en salud pública; éste trabajo constituye un oportuno referente en el campo de la salud pública y el área de salud laboral, para planificar la vigilancia en la salud de trabajadores (vigilancia epidemiológica de la salud ocupacional) de los laboratorios expuesta a riesgos físicos y químicos.

# 1. El problema de investigación

## 1.1 Antecedentes del problema

El trabajo es uno de los determinantes principales de las condiciones de salud de las personas y la población, es un derecho y un deber social de los países (Organización Panamericana de la Salud, 1993). Por tal razón debe ser una prioridad permanente su continua evaluación.

Según reporte de la ONU (2017), diariamente mueren en el mundo 6300 personas a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo, más de 2,3 millones de personas mueren en el sitio de trabajo y más de 300 millones de accidentes con lesiones al año; sin embargo, estas estimaciones no reflejan la magnitud del problema ni el impacto real que tienen esos accidentes y las enfermedades profesionales en los trabajadores, en sus familias y en la economía, derivada de malas prácticas en seguridad y salud, del orden de 4% de producto interno bruto global (Organización de Naciones Unidas, 2017).

Para poder llegar a un análisis de este tipo, que permita generar acciones encaminadas a la promoción y prevención de eventos adversos asociados con la actividad laboral, así como la medición de los avances logrados en este campo, es necesario contar con datos fiables sobre seguridad y salud en el trabajo, lo cual no se ha logrado hasta el momento. Tal fenómeno se ve potenciado por los subregistros o por omisión de información, dado que el Sistema General de Riesgos Laborales (SGRL), como principal fuente de datos, se alimenta con datos de eventos reportados por la Administradora de Riesgos Laborales (ARL); mientras que, el subdiagnóstico de las patologías laborales, posiblemente están asociadas a el escaso entrenamiento específico del personal médico.

En el caso colombiano, “la situación no es menos preocupante. En el 2000 la tasa de enfermedad laboral era de 24,9 por 100 mil trabajadores afiliados al Sistema de Seguridad Social Integral, y en 2008 pasó a 127,9. En 1994 la tasa de accidentes era de 3,78 por 100 mil trabajadores afiliados y en 2011 pasó a 7,62. Por otro lado, en 2015 se reportaron

723.836 sucesos, es decir unos 1.983 por día, y dos personas murieron al día por enfermedades o accidentes laborales. Esta pandemia no se ha hecho visible ni se ha atendido de manera adecuada, lo cual revela el fracaso de los mecanismos de protección de la salud en el trabajo aplicados para tal fin” (Torres & Luna, 2017).

Incentivar el respeto al derecho a gozar de un medio ambiente seguro y saludable a todos los niveles requiere conocer la situación laboral actual, lo que generaría toma de decisiones basadas en la realidad del trabajador que se materialicen en acciones coordinadas entre los gobiernos, empleadores y trabajadores, en concordancia con el Plan de Acción de las Naciones Unidas para lograr el desarrollo sostenibles, Agenda 2030, planteado a través del Objetivo No. 8, “promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos” (Organización de las Naciones Unidas, 2016, pág. 23)

La Escuela de Ciencias Químicas (ECQ) es una Unidad Académica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Institución de Educación Superior (IES) pública, ubicada en la ciudad de Tunja, capital del Departamento de Boyacá, en donde se imparten programas de formación profesional de pregrado en Química y de postgrado en los niveles de Especialización, Maestría y Doctorado. En ésta Unidad Académica existen unas condiciones ocupacionales complementarias, entre las actividades de docencia e investigación científica en su ambiente de trabajo, que incluyen en su cotidianeidad la manipulación de un gran número y tipología de sustancias químicas, en desarrollo de prácticas de laboratorio y de investigación científica en proyectos y tesis de postgrado.

De conformidad con el Proyecto Académico de la Escuela (PAE), las actividades teórico-prácticas distribuidas en tres áreas del conocimiento (general, interdisciplinar y disciplinar -profundización) requieren de laboratorio; son 21 asignaturas, más las electivas del área de profundización y la interdisciplinar. Estas actividades del laboratorio generan frecuente exposición a riesgos de docentes investigadores, laboratoristas y estudiantes de cursos, así como estudiantes en formación investigativa como jóvenes investigadores y tesistas.

Las sustancias químicas que se manipulan en los laboratorios corresponden a reactivos químicos dispuestos en estantes y mesones; para ser incorporados como materia prima en procesos que implican cinética química, reactores, síntesis orgánica e inorgánica y el tratamiento de residuos generados in situ. Dentro de ése grupo de sustancias químicas



deben considerarse la importante cantidad de residuos en tránsito, hacia las bodegas y hacia el gestor de residuos contratado por la institución, para su disposición ex - situ.

Aunque de menor frecuencia, existen riesgos latentes de exposición a radiaciones electromagnéticas no ionizantes (rayos UV), provenientes de los equipos con tecnología de punta, pantallas de visualización en monitores de equipos y computadores, por el trabajo con simuladores con software, en procesos de análisis químico o estadístico.

En 2016, la población humana expuesta en los Laboratorios de Química de la UPTC, era: docentes de laboratorio, investigadores, jóvenes investigadores, tesisistas (de pregrado, maestría y doctorado), laboratoristas-instrumentadores y coordinador de laboratorios.

En la UPTC, la organización institucional respecto a la salud laboral es incipiente, dado que la actividad de vigilancia de la salud está delegada a la Oficina de Gestión Ambiental y la Oficina de Salud Ocupacional institucional. Existen marcadas disfunciones entre el COPASST (antes Copaso) y la Administradora de Riesgos Liberty, dado que ésta solo se encarga de capacitar en el uso de elementos para protección personal en laboratorios, y únicamente a laboratoristas y almacenista.

De acuerdo con la Oficina de Salud Ocupacional, se han evidenciado efectos patológicos leves, por exposición dérmica y vía aérea, por el manejo de sustancias (almacenamiento, trasvase y transporte), de reactivos químicos en procesos con reacción química, de tóxicos, de residuos potencialmente peligrosos; generando incapacidades entre 1 y 3 días.

Además, existen riesgos asociados a seguridad en el puesto de trabajo como exposición a altas temperaturas y a presiones no atmosféricas (de vacío y presiones supercríticas en gases), los cuales son potencialmente peligrosos y en especial con eventual riesgo sobre la reproducción humana; dado que, en forma permanente, existe población vulnerable de profesoras, investigadoras y las estudiantes que se hallan en estado de gestación (Vicedo, 2013). Cabe señalar que, las diferencias de presiones en la experimentación, generan cambios de fase (vapores sobrecalentados), con altas temperaturas.

En este orden de análisis, se configura un problema de salud pública y laboral, dada las condiciones de trabajo en el laboratorio de química de la UPTC sobre un grupo poblacional de la comunidad académica, que puede estar afectando su salud, y no hay un adecuado abordaje institucional frente a este problema.

Esta problemática se amplía en tanto no existe una legislación específica sobre riesgos físicos y químicos en laboratorios dedicados a la docencia e investigación científica en universidades. A nivel universitario existen publicaciones internas, como el Manual de Seguridad en Laboratorios UN, en donde se compilan las normas y disposiciones generales para el trabajo académico en laboratorios de física, química y biología (Universidad Nacional de Colombia, 2012).

Las Administradoras de Riesgos Laborales ARL aplican las normas genéricas contenidas en los decretos y resoluciones, relativas a los procesos de fabricación industrial, sin ningún nivel de especificidad toxicológica; lo cual no significa que el empleador (universidad) o la ley, les reconozca taxativamente, éste riesgo de exposición.

En Colombia el Ministerio del Trabajo, mediante Resolución Número 06045 del 30 de diciembre del 2014, decidió que, el Plan Nacional de Salud Ocupacional 2008-2012 seguirá como herramienta de gestión y eje del desarrollo del Sistema General de Riesgos Profesionales.

El Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2013-2021 (vigente), integra a los entes públicos y privados alrededor de la salud: Ministerio de Trabajo, el Ministerio de Salud y Protección Social, las Administradoras de Riesgos Laborales, los Empleadores, las Organizaciones Sindicales, la Academia, las Sociedades Científicas, los Centros de Investigación, las Empresas Promotoras de Salud, las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, las Secretaría de Salud, el Comité Nacional, los Comités Seccionales y Locales de Seguridad y Salud en el Trabajo, las Comisiones Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo por sectores económicos.

Las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, se evalúan por el Min-Trabajo, mediante encuestas nacionales realizadas cada tres años, siendo la última en el año 2013. De acuerdo con la Ley 1122 de 2007, “la salud pública está constituida por un conjunto de políticas que busca garantizar de manera integrada, la salud de la población por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectiva ya que, sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo. Dichas acciones se realizarán bajo la rectoría del Estado y deberán promover la participación responsable de todos los sectores de la comunidad” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017).

El estado actual de las condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia, fue abordado de manera general a través de la II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, en donde se obtuvo que la distribución por género de los trabajadores fue similar a lo encontrado en la primera encuesta aproximadamente de 61% de hombres y 39% de mujeres (Ministerio del Trabajo de Colombia, 2013)

El perfil de los agentes y riesgos del centro de trabajo mostró a los riesgos biomecánicos y psicosociales como los que más frecuentemente se reportaron, concordante con lo encontrado en la encuesta previa. Los factores de riesgo físico van desde el 4.1% (presiones atmosféricas anormales) al 14,9% (temperatura no confortable). El riesgo químico va desde 8,1% (humo de cigarrillo) a 18.9 % (polvos o humos).

Respecto a los accidentes laborales reportados en los últimos 12 meses, la segunda encuesta mostró que el 85,4% de las empresas no había presentado este tipo de eventos. Los accidentes laborales presentados fueron 41,5% de tránsito, 27,6% ocurrieron fuera del centro de trabajo y 6,7% en eventos deportivos. Las consecuencias de estos fueron 21,2 % de incapacidad permanente parcial, 2,3% dieron origen a una invalidez y 0,8% fueron mortales.

Los casos de enfermedad laboral fueron 23.878, de los cuales 12.759 terminaron en incapacidad permanente parcial, 33 casos de invalidez y 39 muertes. El fenómeno del aumento es atribuido al aumento de reporte de enfermedad laboral como consecuencia de la campaña por medios de comunicación dirigidas del Ministerio de Trabajo; mientras que, otros analistas sostienen que tienen que ver con el fenómeno de precarización laboral que se ha venido profundizando en el país.

Cabe señalar que, en dicha medición del Ministerio, el sector de la educación fue evaluado como empresa (3.3%), sin embargo, no se reportan conclusiones específicas para estas IES, evidenciando inconexiones desde el propio ministerio responsable.

Por lo tanto, no es posible conocer a partir de este medio institucional el impacto que, sobre la enfermedad laboral y accidentes de trabajo, pueden tener los factores que afectan a esta población trabajadora expuesta al riesgo.

## 1.2 Justificación

En el trabajo educativo, no es el colectivo de trabajadores el que define cuáles son los objetivos del proceso, tampoco eligen los medios o el objeto ni la forma de organizarse para llevar adelante ese proceso de trabajo, es decir, no programan ni planifican el proceso de trabajo; dado que quienes tienen ese poder, son los órganos de dirección y gobierno de la Unidad Académica-Administrativa (Ademys, 2011, pág. 7).

Existe una falsa percepción sobre el bajo impacto que sobre la salud laboral tiene el ejercicio docente de la química, la enseñanza de la química y el límite existente con la actividad industrial química propiamente dicha. La evidencia está en que los docentes no tienen un tratamiento a nivel de salud (pólizas) ni de riesgos laborales, diferentes a los profesores de otras ramas del conocimiento, sin exposición a factores de riesgo químico. En la actividad de docencia e investigación en química, en las Instituciones de Educación Superior IES, existe un contacto permanente y exposición real con sustancias químicas, por el desarrollo de prácticas de laboratorios, montajes experimentales, plantas piloto y procesos físicos y químicos in-situ.

Los productos utilizados en el laboratorio de química de la UPTC incluyen reactivos analíticos, disolventes, agentes de síntesis y de eventual riesgo cruzado; entre ellos: aminas aromáticas, benceno, hidrocarburos clorados, nitrosaminas, nitrosamidas, hidracina y derivados, agentes alquilantes, colorantes azoicos, tiocompuestos, compuestos cíclicos activos, otros productos nitrosados, sales y otros compuestos inorgánicos, algunas sales de plomo, tipo fosfato y acetato. Además, sustancias con potencialidad química tal, que también representan riesgo, por la incompatibilidad química de mezclado con otros de riesgo no directo.

La exposición para la población en el ámbito académico, incluyen los contaminantes químicos como sustancias de tipo nefrotóxicas, hepatotóxicas, neurotóxicas y depresoras del sistema nervioso central, irritantes, sensibilizantes, alergizantes y con potencial asmogénico y pneumoconiótico; generadoras de dermatitis; con efectos hematológicos y con potencial de afectación de los sistemas reproductivos.

En la actividad investigativa también se realiza experimentación fisicoquímica en donde la exposición a radiaciones, generan un alto riesgo sobre la salud humana (Azpiri, 2012).

En la UPTC, no se maneja el concepto de riesgo higiénico por exposición a contaminantes químicos, ni existe medición de variables que indiquen en qué magnitud se encuentra el

contaminante en el ambiente laboral y en qué medida incide en el usuario del laboratorio; por lo cual es relevante analizar la interacción sustancia química-persona.

Hoy en día, la formación de químicos, magísteres y doctores en química, implica nuevas formas de exposición a riesgos con evidentes consecuencias negativas para la salud de los usuarios, razón por la cual, el análisis de estos riesgos debe ocupar un rol preponderante en la investigación de la salud pública y de la salud laboral, teniendo en cuenta que la población considerada es amplia, está aumentando e implica amplios rangos de edad que van desde adultos jóvenes, hasta adultos mayores.

El continuo mejoramiento en las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de los docentes, investigadores y estudiantes, debe ser una responsabilidad ineludible de la universidad, para garantizar un adecuado manejo y control de los riesgos derivados de la exposición a factores de tipo físico, químico y biológicos asociados.

En bases de datos Science Direct-Elsevier-Scopus (abril de 2017), se realizó una revisión bibliométrica, recabando patrones con ecuaciones de búsqueda por título, resumen, palabras clave, co-palabras y combinaciones con áreas y títulos de la publicación, durante los últimos 5 años. Se realizó una tabla comparativa con patrones (tópicos), presentes en las publicaciones científicas con alto factor de impacto. Los temas explorados fueron: exposición a riesgos físicos-químicos, exposición en laboratorios de docencia-investigación, efectos adversos-salud laboral en laboratorios en universidades.

En la literatura científica (artículos de revistas científicas y publicaciones investigativas), el tema de salud laboral en centros de formación científica, es aún incipiente. El tema ha sido investigado en el ámbito laboral empresarial, pero no está estructurado ni formalizado en el ámbito de un proceso productivo en un laboratorio de química, en donde hay trabajadores que interactúan con las condiciones de trabajo particulares de este proceso productivo y también académico. Según esa revisión, se encontraron 19 publicaciones, asociadas específicamente con el objeto de estudio, proveniente de tesis de maestría y doctorado, 8 nacionales y 11 internacionales.

Por lo anterior, se evidencia una brecha en el conocimiento de la salud pública-laboral de trabajadores con exposición al riesgo físico y químico en ambiente de trabajo académico, cuyas connotaciones son de similar importancia, por sus efectos adversos sobre la salud. Es prioritario generar soluciones reales, en el marco del proceso dinámico enfermedad-salud, para mitigar las consecuencias sobre la salud, aportando metodologías de control,

a partir de la caracterización de los tiempos y frecuencias de exposición, tipología e identificación de sustancias reactivas, tóxicas y contaminantes.

Desarrollar una investigación en ésta área de la salud, permite aplicar el conocimiento sobre los elementos del proceso de trabajo y su interacción, para identificar, categorizar y proponer el perfil de daño de la actividad laboral, caracterizar los factores de riesgo de esta población específica, para visibilizar el manejo que, a futuro se pueda dar en la ECQ-UPTC para fortalecer la vigilancia epidemiológica, mejoramiento de salud y calidad de vida de laboratoristas, docentes e investigadores, que actúan permanente u ocasionalmente en los laboratorios de docencia e investigación.

De otra parte, la investigación es pertinente con lo establecido en la República de Colombia para la **Vigilancia en Salud Pública**, como función esencial asociada a la responsabilidad estatal y ciudadana de protección de la salud, consistente en el proceso sistemático y constante de recolección, análisis, interpretación y divulgación de datos específicos relacionados con la salud, para su utilización en la planificación, ejecución y evaluación de la práctica en salud pública.

El SVSP a nivel nacional está liderada por el Ministerio de Salud, viceministerio de Protección Social y el Grupo de Vigilancia (Dirección de Epidemiología y Demografía), constituido por una red de actores que actúan con instrumentos normativos, competencias laborales de los puestos y los calendarios epidemiológicos, para generar metodologías, indicadores básicos en salud y lineamientos técnicos-administrativos para la ejecución de recursos contemplados en la Resolución Ministerial 3113 del 20 de agosto de 2013.

### **1.3 Descripción del problema**

En Colombia no existen registros estadísticos o técnicos precisos, ni en el Ministerio de Salud, ni en las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) sobre eventos o siniestros por enfermedad laboral específica adquirida en laboratorios de formación universitaria e investigación, en los campos disciplinares de la química.

Los registros encontrados, son en realidad estimados de salud ocupacional, que pueden variar e interpretarse, según conveniencia de la ARL. Según el Ministerio de Salud, en 2015 se reportaron las muertes por cáncer de origen laboral del orden de 3.5% de la población trabajadora expuesta en la industria colombiana, tanto a riesgos tóxicos por sustancias como a residuos peligrosos; mientras que la morbilidad fue del 11% (Ministerio

del Trabajo de Colombia, 2013). De otra parte, el 55% de las empresas tiene panorama de riesgos, el 42,68% realizan estudios de higiene y solo el 21,07% realizan vigilancia epidemiológica.

Tampoco existen nexos de análisis y estudios sobre la enfermedad originada y la exposición, dado que la aparición de estas enfermedades puede manifestarse tras un largo periodo de exposición al agente químico, haciendo que los efectos adversos no aparecen inmediatamente y su tipificación sea compleja de establecer por causa-efecto.

En consecuencia, no existe una aplicación rigurosa de los criterios de evaluación y medición sobre los principales factores determinantes del riesgo ocupacional, por ser éstos invisibles y silenciosos.

## **1.4 Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las condiciones reales de trabajo en cada proceso productivo realizado en los laboratorios de química de la ECQ-UPTC?
- ¿A qué tipo de riesgos y peligros físicos y químicos está expuesta la población de trabajadores en los procesos de docencia e investigación en los laboratorios de química de la ECQ-UPTC?
- ¿De qué forma se interviene a la población trabajadora desde la vigilancia en salud, para minimizar los riesgos a los que están expuestos?
- ¿Orientar un programa de vigilancia en salud, permitirá generar políticas, criterios y acciones para intervenir en el control de exposición a riesgos, caracterizados en el proceso productivo?

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Evaluar los riesgos ocupacionales físicos y químicos en laboratorios de química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Revisar el estado del arte de los efectos de la salud de la población que trabaja en los laboratorios de docencia e investigación científica, expuestos a riesgos físicos y químicos.
- Determinar la tipología y frecuencias de exposición a riesgos físicos y químicos, ocurridos en el proceso productivo de formación profesional, en laboratorios de química de la UPTC.
- Establecer relaciones entre factores de riesgo físico y químico, y los efectos adversos sobre la salud de los trabajadores, mediante caracterización por exposición al riesgo, en el proceso productivo.
- Proponer directrices para la formulación de un Programa de Vigilancia Epidemiológica en la Salud de los Trabajadores expuestos en los laboratorios académicos de química de una universidad, a partir del caso ECQ - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

## **1.6 Organización del contenido**

El contenido está estructurado en cuatro capítulos, en donde, el *capítulo 1* cubre las generalidades y especificidades de la investigación desarrollada, bajo el nombre de “el problema de investigación”, sus antecedentes como tema relevante, la justificación de abordarlo, la descripción del problema identificado en el conocimiento específico, sus preguntas de investigación, así como los objetivos o metas a alcanzar.

El *capítulo 2* presenta el marco referencial, como referente teórico, legal e investigativo, que implica el conocimiento requerido para comprender el problema de investigación; además aporta elementos del contexto y aplicación necesario para resolverlo, es decir, los conceptos, criterios y enfoques pertinentes con la unidad de análisis, los riesgos.

El *capítulo 3*, presenta la metodología desarrollada. Se aplicó un enfoque multimétodo, de combinación cualitativa y análisis estadístico de corte transversal, con un solo grupo. Se describe el abordaje con tres tipos de recolección de datos desde la fuente primaria para medir la misma variable: proceso de observación directa, entrevista semiestructurada y una encuesta para evaluar la percepción del riesgo.

En el capítulo cuarto, se describe el análisis de los datos obtenidos durante el proceso investigativo, como la identificación, documentación y caracterización de los procesos productivos en cada actividad de docencia e investigación en los laboratorios, insumo



principal para formular un programa de vigilancia en salud, con criterios y parámetros de control y minimización de los efectos adversos sobre la salud de la población trabajadora. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones para la elaboración de trabajos futuros, relacionadas con el objeto de estudio.



## 2. Marco referencial

El trabajo, uno de los aspectos más importantes de la vida, ha permitido la existencia de los seres humanos, el desarrollo de la sociedad y alcanzar altos logros tecnológicos. El trabajo potencia transformaciones en la naturaleza y genera bienes necesarios para la supervivencia y reproducción del ser humano; además permite el desarrollo de múltiples capacidades físicas y mentales.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de enfermedades, accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. Se procura generar y promover trabajo sano y seguro, así como ambientes y organizaciones de trabajo adecuados, realizando un bienestar físico-mental de trabajadores y respaldando el perfeccionamiento y mantenimiento de su capacidad de trabajo.

La salud y seguridad ocupacional buscan habilitar a los trabajadores para que lleven vidas sociales y económicamente productivas que contribuyen al desarrollo sostenible; además, son consideradas como herramientas básicas e indispensables para mejorar las condiciones de trabajo, como la calidad de vida de todos los trabajadores, estudiantes y demás miembros de una institución.

La salud ocupacional permite desarrollar y promover la salud de los trabajadores, previniendo y controlando enfermedades ocupacionales y accidentes; de esta manera eliminando los factores de riesgo de la salud y seguridad en el trabajo. El diseño e implementación del proceso de salud y seguridad ocupacional, permite incrementar la salud física, mental y social del trabajador; promoviendo y desarrollando la capacidad del colaborador, así como su desarrollo profesional y social de este. A pesar de la gran importancia < en los últimos años ha cobrado la prevención y la salud ocupacional dentro de los sistemas empresariales, es común encontrar todavía muchas instituciones o empresas que no comprenden el costo real de los accidentes enfermedades y muertes ligadas al trabajo, que ocasionan pérdidas.

La salud ocupacional debe ser la herramienta de gestión que le permite articular el trabajo y las acciones de los diferentes actores que integran el Sistema General de Riesgos Profesionales, con el fin de sumar esfuerzos y estrategias para alcanzar la promoción de la seguridad y salud en el trabajo, fomentar una cultura del autocuidado, de la prevención de los riesgos profesionales y ocupacionales, ampliar la cobertura e impulsar el desarrollo técnico, tecnológico y científico del Sistema.

El abordaje de los problemas de salud de manera integral, no puede excluir la forma como el trabajo influye en la salud, dado que es una actividad con dimensión particular y colectiva. Para tener una visión integral de la salud laboral es necesario considerar las características espaciales y temporales del trabajo, los aspectos económicos y técnicos, las manifestaciones subjetivas, culturales y étnicas, las razones o determinaciones de esas peculiaridades. Con estas bases, las acciones encaminadas a estudiar e intentar resolver los problemas de salud de los trabajadores adquieren mayor coherencia y solidez. (Betancourt, 1995)

Múltiples molestias lesiones y enfermedades tienen su origen en las condiciones de ocupacionales, según las características del trabajo. La exposición a sustancias químicas y a procesos de tipo físico, posiciones inadecuadas, medios de trabajo peligrosos, jornadas y ritmos de trabajo extenuantes, procedimientos inadecuados, relaciones jerárquicas en los centros de trabajo, tensiones psíquicas, son algunos de los procesos que llevan a la enfermedad o muerte de los seres humanos.

Todas las personas que realizan alguna actividad y como consecuencia de condiciones de trabajo específicas, se encuentran en la eventualidad de sufrir problemas de salud, por lo tanto, no es un problema exclusivo de los obreros o del sector industrial. Buena proporción de los problemas de salud que surgen por las condiciones de trabajo son irreversibles y en algunos casos progresivas, a pesar de que se aleje de la exposición.

La estrategia iberoamericana de seguridad y salud en el trabajo 2010-2013, ha impulsado planes nacionales de seguridad y salud ocupacional en las regiones del país; impulsa la generación de empleo en condiciones dignas y adecuadas, a través de estrategias y planes para generar el buen funcionamiento socioeconómico y físico-mental.

En Colombia, las condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, son evaluadas por el Ministerio del Trabajo, mediante encuestas nacionales realizadas cada tres años, siendo la última en el año 2013, como se menciono previamente.

## 2.1 Estado del arte

La epidemiología se considera como la ciencia de apoyo de la salud pública y se caracteriza por ser una herramienta de acción para ésta, porque permite promover y proteger la salud de las personas, basada en la ciencia y el razonamiento causal, con base en el desarrollo y comprobación de hipótesis pertinentes a la ocurrencia y prevención de la morbilidad y mortalidad.

La Epidemiología como disciplina socio-médica tiene como objeto de estudio básico el seguimiento a la situación de salud de las poblaciones. Es una herramienta de trabajo para la toma de decisiones en Salud Pública, pues permite adoptar tanto medidas correctivas como establecer pronósticos para lograr una mayor eficacia, efectividad y eficiencia de los servicios, en éste caso de la salud laboral en la UPTC.

El uso de la epidemiología como método de investigación, posibilita la identificación de los determinantes de las enfermedades, permitiendo identificar las relaciones de dependencia entre dos o más eventos, características o variables, además de precisar los factores incidentes en la generación de cambios sustanciales en las condiciones de la salud humana.

El objetivo común de las acciones en el área de la epidemiología y la salud pública, es producir y analizar la información relevante que contribuya a mejorar el conocimiento epidemiológico, como prevalencias y factores de riesgo acerca de las enfermedades, con el propósito de generar y coordinar intervenciones oportunas de carácter preventivo sobre los grupos humanos.

El concepto de salud ambiental implica una reflexión sobre la interacción entre los grupos humanos y los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que se encuentran en el medio que habita.

La definición de salud ambiental promovida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece que, la salud ambiental comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida, que son determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales. También se refiere a la teoría y práctica de evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar de forma adversa la salud de las futuras generaciones.

Para el Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia, el concepto de salud ambiental propone una reflexión sobre la interacción entre los grupos humanos y los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que se encuentran en el medio que habita

y que a su vez se encuentra modulado por la estructura social. En ese sentido, el área de la salud ambiental explora las prácticas de uso, manipulación, apropiación y explotación de los componentes ambientales, y su relación con los efectos en salud humana, en la idea que esas prácticas deben resolver las necesidades de las actuales generaciones, sin minar la posibilidad de que futuras generaciones también lo puedan hacer (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017).

El plan decenal de salud pública establece como primera función, definir políticas, planes, programas y procedimientos para la prevención, detección e intervención de los riesgos para la salud y la generación de factores protectores que conlleven un mejoramiento de la calidad de vida personal y laboral, que promuevan la salud.

Para Hernández, Orozco, & Arredondo (2012), el objeto de estudio en salud pública requiere la utilización de dos o más modelos de análisis, para hacer un abordaje integral del objeto de trabajo, que aborden la perspectiva epidemiológica y social en sus variables de análisis, para dar una perspectiva integral a la construcción del conocimiento y no fragmentado como generalmente sucede. Estos autores, recomiendan la necesidad de un abordaje transdisciplinario de los fenómenos de la salud pública, involucrando a todos los actores posibles en el estudio de los determinantes y condicionantes de la salud pública actual en diferentes grupos humanos y conjuntos poblacionales. En este sentido, esta investigación se apoya en elementos conceptuales y metodológicos del campo de la salud ocupacional y de la epidemiología.

## **2.2 La situación actual en Colombia**

Las condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia referidas en la II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, evidenció la distribución de género de los trabajadores así: aproximadamente de 61% de hombres y 39% de mujeres (Ministerio del Trabajo de Colombia, 2013)

También mostró que los agentes y riesgos reportados con más frecuencia fueron los biomecánicos y los psicosociales. A su vez, los factores de riesgo físico más frecuentes fueron los referidos a las temperaturas no confortables con 14,9% y de los químicos 18.9% hacían mención a polvos o humos.

La segunda encuesta reportó que 14,6% de las empresas había tenido accidentes laborales, de estos: 41,5% fueron de tránsito, 27,6% extramural y 6,7% en eventos

deportivos, generando 21,2 % de incapacidad permanente parcial; 2,3% dieron origen a invalidez y 0,8% fueron mortales.

Los casos de enfermedad laboral referidos para el año 2012 fueron 23.878, de los cuales 12.759 terminaron en incapacidad permanente parcial, 33 casos de invalidez y 39 muertes.

## 2.3 Riesgos Físicos

El factor de riesgo físico se define como aquel factor de naturaleza física que puede causar efectos adversos a la salud del trabajador, dependiendo de la intensidad y tiempo de exposición. Un riesgo físico está asociado a la probabilidad de provocar un daño corporal o una lesión.

El riesgo físico corresponde a los niveles de exposición a una velocidad en la que el organismo puede soportar el intercambio de energía entre el individuo y el ambiente que implica toda situación de trabajo. Los riesgos físicos más frecuentes en un ambiente o situación de trabajo son: exposición a calor y a frío, quemaduras, radiaciones ionizantes, infrarrojas, ultravioletas, presiones anormales, ruido, vibraciones, explosiones, dispersión de vapores, aerosoles o gases de combustión.

*Exposición a calor:* produce deshidratación, agotamiento excesivo o un golpe de calor o insolación. La exposición a calor puede ser de distintos tipos: calor radiante de sólidos del ambiente, radiación solar, calor por convección a través del aire y calor por conducción a través de los sólidos.

La exposición a temperaturas elevadas se asocia con un aumento del riesgo de parto prematuro durante las tres semanas siguientes. Se encontró variabilidad en la magnitud y el retardo de las estimaciones del riesgo de prematuridad en función del nivel de temperatura alcanzado y del indicador de temperatura utilizado.

*Exposición a frío:* la temperatura debe mantenerse estable para que las funciones biológicas no se alteren. En situaciones de trabajo a muy baja temperatura el principal riesgo que implica es la hipotermia. Esta se produce cuando la pérdida de calor del cuerpo es más rápida que su producción. Se contraen los vasos sanguíneos de la piel, las manos y los pies.

*Radiaciones Ionizantes:* son los Rayos Alfa, Beta, Gamma y Rayos X. Los órganos del cuerpo que son más sensibles a las radiaciones son los tejidos jóvenes como así también los ganglios, la médula ósea, las glándulas salivales y sexuales, tejido muscular, vasos sanguíneos, hígado, entre otros (Díaz, 2009).

*Infrarrojas:* producida por descargas lumínicas de equipos, hornos microondas, por lo cual deben operarse como medida principal se usan lentes especiales de protección .

*Ultravioletas:* se producen en el arco voltaico de la soldadura eléctrica y a partir de la exposición severa al sol. Pueden producir lesiones en la vista y en la piel.

*Otras:* espectro de radiaciones electromagnéticas, radiaciones ionizantes, no ionizantes, láser; trabajos con riesgos eléctricos en alta tensión (Delgado, 2012).

*Presiones anormales:* estas se manifiestan en procesos con vacíos y sobrecalentamiento térmicos en laboratorios y fuera de ellos, en alturas de 2000-2500 metros sobre el nivel del mar, porque disminuye la presión atmosférica o en trabajos en profundidades por aumento en la presión; en ambos casos, ocasiona dificultad respiratoria y dificultades de movimiento (Vicedo, 2013).

*Exposición a ruido:* el exceso de ruido implica una vibración intensa de las células auditivas del oído interno. De este modo se dañan y pierden la capacidad de transmitir los impulsos al cerebro lo que produce una pérdida permanente e irreversible de la audición. Esta depende de tres factores; nivel de ruido, tiempo de exposición y susceptibilidad individual.

*Vibraciones:* se produce cuando éstas se transmiten a alguna parte o a todo cuerpo a partir de movimientos oscilantes de una herramienta, estructura, una empuñadura o un asiento. La vibración es detectada por diversos receptores de la piel de los dedos y manos. La vibración vertical parece causar mayor malestar que la vibración en otras direcciones (Perkins, 2006).

## **2.4 Riesgos químicos**

La exposición laboral a sustancias se define como aquella situación en la que un trabajador puede recibir la acción de un agente químico, así como sufrir sus efectos perjudiciales, lo que puede suponer un daño para su salud. En el caso de los reactivos químicos (incluyendo los químicamente inactivos), constituyen el concepto de exposición como



magnitud, integra dos factores variables diferentes, la concentración o nivel de presencia del contaminante en el medio y el tiempo o duración de la propia exposición.

Una exposición es más o menos intensa, según sea la magnitud de la concentración del contaminante. Las exposiciones se clasifican en agudas, subagudas y crónicas, según su duración y frecuencia (Young, 2003).

*Sustancias químicas peligrosas.* Son aquellas que pueden producir daño a la salud de las personas o al medio ambiente, debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o está presente.

*Agentes químicos peligrosos.* Llamados contaminantes de naturaleza química, aquellas sustancias que al entrar en contacto con un individuo pueden ser absorbidas por las diferentes vías de entrada posibles (inhalatoria, dérmica, digestiva y parenteral).

Los agentes químicos pueden encontrarse en diferentes formas en el entorno laboral sólido, líquido y gaseoso determinando en muchos casos la vía de entrada del agente químico.

Los contaminantes son sustancias y preparados utilizados en los procesos productivos de las empresas, como los residuos generados en los mismos (Saenz, G; Grau, R; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2013).

*Daños derivados del trabajo con sustancias químicas.* Son aquellas patologías, enfermedades o lesiones que pueden provocar las sustancias químicas. Pueden ser accidentes de trabajo en el momento que se produce la exposición, o enfermedades profesionales cuando la exposición aguda o prolongada en el tiempo ocasiona el daño en la salud.

Dichos daños dependen de la composición química del agente peligroso, por la forma en que éste se utiliza, por la vía de entrada al organismo, por los órganos y/o tejidos sobre los que se acumula o localiza, por la reacción específica de cada trabajador a dicho agente químico, derivada de las características personales o estado biológico y por la concentración, duración y frecuencia de la exposición

*Factores de riesgo por exposición a sustancias químicas tóxicas.* Se clasifican en tres

- El agente químico: derivado de las propiedades intrínsecas del agente, que determina la capacidad de la sustancia, para ser absorbida por el organismo y para producir daño.
- Las condiciones del puesto de trabajo: condicionan el contacto entre el agente y el trabajador por causas ajenas al propio contaminante: difusión del agente en el aire,

movimientos del aire, tipo de manipulación, tipo de proceso, movimientos y distancia del trabajador a los focos de generación y la frecuencia del contacto dérmico.

- Comportamiento individual: debido a hábitos personales y a peculiaridades orgánicas o funcionales, tanto temporales (embarazo), como crónicas (sensibilización). Es una situación difícil de valorar pero que es fundamental tener en cuenta, para garantizar adecuadas condiciones.

*Factores de riesgo por mezclas químicas.* Es una característica especial del trabajo en laboratorio, dado que sustancias químicas individuales no tienen reactividad, pero por incompatibilidad química con otra, pueden generar reacción o explosividad. Por lo tanto, debe generarse un protocolo para clasificación de mezclas, sobre datos experimentales en cada práctica o desarrollo de reacciones en investigación; “clasificarlas” en la categoría respectiva y predeterminar los valores de corte o límites de concentración (Young, 2003).

## 2.5 La exposición: conceptos y variables

Los agentes químicos, presentes en el ambiente del trabajo académico e investigativo, son aquellas sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que, durante su fabricación, manejo, uso, transporte, almacenamiento, pueden generar alteraciones en la salud de los trabajadores y estudiantes.

Para generar procesos patológicos las sustancias tóxicas deben ingresar al organismo atravesando barreras fisiológicas del sistema respiratorio, cutáneo o gastrointestinal, para finalmente llegar a la circulación sistémica y posteriormente generar lesiones en órganos diana secundario a biotransformación.

Los contaminantes químicos manipulados en los laboratorios de química, son reactivos químicos tóxicos y con potencial acción carcinogénica, así como aquellas sustancias químicas con potencial de riesgo indirecto, por incompatibilidad química (Anexo A).

Los contaminantes pueden atravesar varias barreras fisiológicas (células y membranas), la mayoría, por difusión (en canales acuosos) en el caso de las sustancias hidrosolubles o a través de moléculas lipídicas de la membrana celular si la sustancia tóxica es liposoluble. Los ácidos y bases débiles pueden atravesar fácilmente las membranas en su forma liposoluble no ionizada, mientras que las formas ionizadas son demasiado polares para pasar. El grado de ionización de estas sustancias depende del pH. Si entre un lado y otro de una membrana hay un gradiente de pH, se acumularán en solo uno de los lados. La excreción urinaria de los ácidos y bases débiles depende en gran medida del pH de la

orina. El pH fetal o embrionario es algo más alto que el pH materno, lo que produce una ligera acumulación de ácidos débiles en el feto (Sicilia-Gutiérrez, 2012).

Otras formas de transporte son, a través de difusión facilitada realizada con mediación de procesos enzimáticos, transporte activo proceso similar a anterior pero que puede realizarse en contra de un gradiente de concentración. Los contaminantes ambientales en general no transportan activamente, a excepción de la secreción y reabsorción activas de metabolitos ácidos en los túbulos renales.

La absorción, paso de una sustancia del medio ambiente al organismo y posterior llegada a la circulación sanguínea, puede iniciar desde el sistema respiratorio. En el caso de los gases y vapores muy hidrosolubles, una parte importante de la absorción se produce en la nariz y el árbol respiratorio, pero en el caso de las sustancias menos solubles se produce principalmente en los alveolos pulmonares. La barrera de difusión es muy pequeña, solo dos delgadas capas de células y una distancia de micras entre el aire alveolar y la circulación sanguínea sistémica, esto hace que los pulmones sean un órgano muy eficiente para el intercambio no solo de oxígeno y dióxido de carbono, sino también de otros gases y vapores. La difusión por la pared alveolar es tan rápida que no limita la captación. Esta afección está relacionada con problemas de salud del docente que, se agudiza por las actividades de docencia directa en el aula de clase; lo cual genera consecuentemente, los efectos severos en la vía aérea, descritos por Bermudez-Alvear, Martínez-Arquero, Barón, & Hernández-Mendo (2010).

La absorción cutánea está determinada por las características propias de la piel, su integridad, así como el tipo de la sustancia a la cual se expone, ya que dependiendo de las características químicas puede producirse una absorción dérmica significativa con resultado de toxicidad como los insecticidas, plaguicidas organofosforados y disolventes orgánicos. Estos compuestos químicos de gran toxicidad (xenobióticos), se dispersan y difunden a través del aire, su peligrosidad es mayor, pues no presentan color ni olor.

La absorción percutánea de vapores puede ser importante en el caso de los disolventes con presión de vapor muy baja y gran afinidad por el agua y la piel.

El proceso de biotransformación de los compuestos químicos exógenos a la composición y extraños al metabolismo natural de seres vivos, se realiza transformando compuestos liposolubles en grandes metabolitos hidrosolubles que pueden excretarse con facilidad.

Cuando se capta en pequeñas cantidades, una sustancia extraña puede metabolizarse completamente en el hígado antes de llegar a la circulación general y a otros órganos (efecto de primer paso). Los xenobióticos inhalados se distribuyen por la circulación

general hasta llegar al hígado. En ese caso solo se metaboliza en el hígado una fracción de la dosis antes de llegar a otros órganos. Las células hepáticas contienen diversas enzimas que oxidan los xenobióticos. Por lo general, esa oxidación activa el compuesto, lo hace más reactivo que la molécula precursora. En la mayoría de los casos, el metabolito oxidado vuelve a ser metabolizado por otras enzimas en una segunda fase. Esas enzimas conjugan el metabolito con un sustrato endógeno, de manera que la molécula se hace más grande y más polar, lo cual facilita la excreción. También en otros órganos como el pulmón y el riñón hay enzimas que metabolizan los xenobióticos. A veces metabolitos formados en un órgano se metabolizan en otro. También pueden participar en la biotransformación las bacterias intestinales.

Los metabolitos de xenobióticos pueden excretarse por los riñones o a través de la bilis. Puede exhalarse a través de pulmones o unirse a moléculas endógenas del organismo. Entre biotransformación y toxicidad hay una relación compleja. Puede entenderse la biotransformación como un proceso necesario para la supervivencia. Protege al organismo de la toxicidad impidiendo que se acumulen en las sustancias nocivas. Sin embargo, en ese proceso pueden formarse, como productos intermedios, metabolitos reactivos que son potencialmente nocivos. Este fenómeno es la activación metabólica.

Cotidianamente, el trabajador o usuario está expuesto de forma simultánea o secuencial a varias sustancias, lo cual puede alterar todo el proceso de absorción, distribución, metabolización y eliminación por parte del organismo. Cuando se quiere evaluar el riesgo de la exposición a una mezcla de compuestos, se debe considerar que las posibles interacciones físico-químicas entre todas las sustancias, la duración, el momento, la vía y las condiciones de la exposición (presión, concentración, temperatura, humedad) y el efecto que un tóxico puede tener sobre la exposición del otro, incluyendo la afinidad, la posibilidad de interacción y el efecto sobre la absorción.

Debido al avance del desarrollo científico y tecnológico, preservantes, detergentes, desinfectantes, pesticidas, medicamentos, residuos peligrosos biológicos o industriales, son nocivos para la salud humana, al poseer carácter cancerígeno y mutagénico.

La exposición a una situación riesgosa o peligrosa en un laboratorio de química, abarca el foco (productos químicos), el medio (laboratorio) y el receptor (persona).

La cantidad de reactivos manipulados en laboratorios de experimentación y desarrollo químico, está dado desde microgramos en química analítica, hasta kilogramos en procesos de planta piloto, control de muestras o procesos industriales, o síntesis orgánica. La relación directa y frecuencia de la exposición, es el criterio que permita evaluar la probable

adversidad por efectos irreversibles que, a menudo, son contaminantes de reconocido potencial carcinogénico y mutagénico.

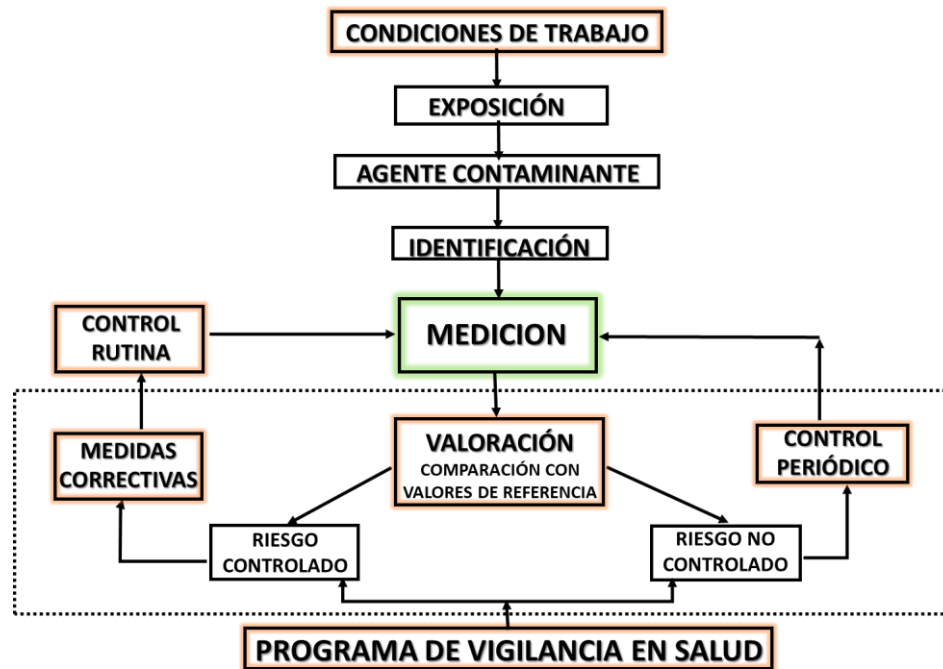
Así mismo, el riesgo físico-químico implica ruido, inflamabilidad, toxicidad, explosividad, corrosividad, comburencia, irritabilidad, nocividad; volatilidad y grado de pulverulencia (transferencia al medio ambiente), radiaciones, vibraciones, extendiendo la afectación al medio ambiente; en cualquier estado de agregación (sólida, líquida o gaseosa).

Las variables que dependen de las condiciones mismas del laboratorio son: instalaciones, equipos, almacenamiento de sustancias peligrosas en armarios inapropiados, ventilación, extracción de vapores y gases, confinación de cargas energéticas e ionizantes; acometidas eléctricas, de gases de combustión (metano y propano), sistemas de detección y protección contra incendios; iluminación defectuosa. Estos riesgos pueden incrementarse cuando, por contingencias operativas o poca planeación, se debe usar laboratorios inapropiados sin cumplir las condiciones mínimas.

La figura 2-1, muestra un diagrama de relaciones conceptuales sobre el riesgo.

Cabe señalar que, los equipos y procesos de control de la exposición, tanto directa como residual, son: protección respiratoria, protección dérmica, protección ocular, prácticas higiénicas personales, formación del trabajador, control de tiempo de exposición.

Figura 2-1: Relaciones conceptuales sobre el riesgo



Fuente: Adaptado de Sicilia-Gutiérrez (2012)

El riesgo es latente, dado que los agentes se pueden encontrar en el aire en forma de gases, vapores o aerosoles (polvo, fibras, humos), con capacidad para penetrar a través de la inhalación, e incluso atravesar la piel al contactar con ellos, o quizá por aspiración. Es de suma importancia, relacionar los riesgos industriales que puedan generar daño a las instalaciones, infraestructura, provocar daños a las personas que se encuentren cercanas al lugar de transformación de materia prima y al medio ambiente.

## 2.6 Riesgo de toxicidad

El efecto adverso causado por una sustancia química (xenobiótico) sobre un sistema biológico se conoce como efecto tóxico, y la probabilidad de que una sustancia produzca efectos tóxicos se conoce como riesgo (Young, 2003).

El xenobiótico es un compuesto cuya estructura química es poco frecuente o sencillamente es inexistente, dado que, son sintetizados en los laboratorios de química o en la industria.

El riesgo depende de la toxicidad de la sustancia y de las posibilidades de entrar en contacto con ella; es decir, uso de la sustancia, ubicación, concentración, temperatura, duración y frecuencia de la exposición, sistemas de protección usados y las propiedades fisicoquímicas de la sustancia.

La toxicidad es local cuando el efecto tóxico se presenta en el primer lugar de contacto entre el cuerpo y el tóxico. Sucede por contacto con sustancias corrosivas o de inhalación de productos irritantes.

La toxicidad es sistémica, cuando los efectos se producen lejos del lugar de entrada del contaminante. Este tipo de toxicidad requiere la absorción y distribución de la sustancia desde el lugar inicial de contacto hasta el punto donde ejerce su acción tóxica. Algunas sustancias pueden producir efectos locales en su punto de contacto y efectos sistémicos en su tránsito por el organismo. Los órganos más frecuentemente afectados, se denominan órganos diana como los pulmones, el hígado, el sistema nervioso central, los riñones, la piel y la médula ósea.

Estudios de epidemiología ocupacional realizados en España, evidencian que estos contaminantes pueden penetrar en el organismo por diferentes vías como la digestiva, pulmonar y/o dérmica a través de la manipulación o inhalación de estos tóxicos que generalmente se presentara como metales, semi-metales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos y otros minerales.

El riesgo de toxicidad a estos contaminantes deriva del tiempo de exposición, la magnitud de las dosis recibidas, la susceptibilidad individual de la persona expuesta y de las características de los contaminantes, es por ello que a partir de estos factores los daños producidos en la salud pueden ser derivados de exposición aguda generando intoxicaciones y/o enfermedades crónicas de tipo respiratorio, dermatitis, enfermedades del sistema nervioso y hasta cánceres por exposiciones permanentes o de larga duración (Perkins, 2006).

En términos de toxicología, la dosis suele definirse como la cantidad de un xenobiótico que entra en un organismo (en unidades como mg/kg de peso corporal) y puede expresarse como *dosis de exposición*, que es la concentración en el aire del contaminante inhalada durante un determinado periodo de tiempo, o *dosis absorbida* o retenida (llamada también carga corporal en higiene industrial), que es la cantidad presente en el cuerpo, durante la exposición o después de ella. La *dosis tisular* es la cantidad de sustancia en un determinado tejido, y la *dosis diana* es la cantidad de sustancia (un metabolito) unida a la molécula crítica. La *dosis diana* puede expresarse en mg de sustancia química unida por mg de una determinada macromolécula del tejido.

En un laboratorio de química, se producen efectos aditivos porque existe una exposición a combinación de sustancias químicas, que suman las diversas toxicidades individuales.

El tiempo de latencia es el tiempo que transcurre entre la primera exposición y la aparición de un efecto o respuesta observable; suele referirse en el caso de efectos de carcinógenos, en los que los tumores pueden aparecer mucho tiempo después del comienzo de la exposición y a veces después de que la exposición haya cesado.

Gran parte de los contaminantes químicos tienen unos valores límite de exposición establecidos como niveles de seguridad específicos, en función de su peligrosidad, siendo, por tanto, también una de las características a valorar en el estudio.

Algunos efectos adversos para la salud, provocados por la exposición a los diferentes contaminantes pueden aparecer a corto o largo plazo, según sean las magnitudes de las dosis recibidas por las personas expuestas y las características del contaminante.

Los Valores Límites de Exposición Ambiental Corta (VLA-EC) son los valores máximos en exposiciones cortas (no pueden exceder los 15 minutos en ningún momento de la jornada laboral) y los Valores Límites de Exposición Ambiental Diaria (VLA-ED), son valores máximos promedio de exposición diaria donde la *media de la concentración*, durante la jornada, no puede sobrepasar ese nivel.

La exposición de un trabajador se puede disminuir rebajando la concentración ambiental existente o disminuyendo el tiempo de exposición mediante una adecuada organización del trabajo, de forma que en promedio no se superen las dosis de exposición tolerables.

## 2.7 Normatividad sobre riesgos

La legislación sobre la salud de los trabajadores colombianos, nace a partir de los aportes generados por las convenciones colectivas en el primer cuarto del siglo XX. Sin embargo, solo hasta mediados del siglo se consolida con el código sustantivo del trabajo, que siguiendo un enfoque indemnizador o curativo, define enfermedad laboral y accidente de trabajo. Se crea el Instituto Colombiano de Seguros Sociales (ICSS) y la Caja Nacional de Previsión como ejecutores del modelo de aseguramiento de contingencias, invalidez, vejez, muerte, enfermedad general, maternidad, enfermedad laboral y accidente de trabajo en el sector privado y público respectivamente.

El enfoque de riesgos profesionales de la seguridad social surge en 1964, logrando estructurarse en el Código Sanitario que por medio del Decreto 614 de 1984 da la base para administración de la salud ocupacional en las empresas. Resoluciones posteriores reglamentaran su ejecución con la 2013 de 1986 que reglamento el funcionamiento de los Comités Paritarios de Salud Ocupacional (Copaso) y la Resolución 1016 de 1989 que reglamentó la organización y funcionamiento de los programas de salud ocupacional de las empresas. Actualmente es el COPASST.

Desde 1991, la Constitución de Colombia asume al estado como garante de la salud y el trabajo. Define al trabajo como derecho y obligación social, pero enmarca la salud como un servicio público donde el estado coordina y puede o no prestar el servicio. Esta perspectiva involucra la enfermedad general, maternidad, accidentes laborales y enfermedad laboral, estas últimas determinadas por la relación contractual entre empresa empleadora y Aseguradora de Riesgos Profesionales (ARP) (Torres & Luna, Informe Cotinental sobre la Situación del Derecho a la Salud en el Trabajo, 2008, 2008).

La administración y organización del Sistema General de Riesgos Profesionales (SGRP) se reglamentó por medio del Decreto 1295 de 1994, el cual se complementó con el Sistema Integrado de Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional bajo las normas NTC-OHSAS 18001:2007 y NTC ISO 14001:2004.

- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental Requisitos con orientación para su uso.



- Norma ISO 14001 es la norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA), que ayuda a una organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como parte de sus prácticas habituales.

- NTC ISO 14001:2004 especifica los requisitos para un Sistema de Gestión Ambiental. Se determinan cuáles son los impactos significativos de cada una de las actividades que realizan los procesos, estableciendo programas que permitan minimizar los impactos valorados.

- NTC OHSAS 18001:2007: (Ocupational Health and Safety Assessment Series) especifica requisitos para Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y hacer posible el control de los riesgos de SST y el mejoramiento del desempeño.

En el caso de estudio, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC está comprometida a implementar y desarrollar programas y estrategias que generen hábitos y comportamientos seguros, y controlar peligros y riesgos ocupacionales identificados, para lograr disminuir el número de accidentes y enfermedades de tipo ocupacional en los servidores públicos. La UPTC es el único SIG universitario a nivel nacional que ha logrado certificar las normas NTC-ISO 14001:2004 “Sistemas de Gestión Ambiental” y NTC OHSAS 18001:2007 “Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional”; sin embargo, lo pertinente con los riesgos fisicoquímicos por exposición, es un tema aún en desarrollo.

## **2.8 Acciones encaminadas a la prevención del riesgo: vigilancia epidemiológica de la salud ocupacional**

La vigilancia es un subsistema dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SGSTT (Decreto 1443 de 2014), desarrollado para seguir e intervenir riesgos en el proceso de trabajo para proteger la salud de los trabajadores.

La vigilancia tiene la función de protección de la salud de los trabajadores y de las condiciones en el sitio de trabajo. Es un proceso sistemático y constante de recolección, análisis, interpretación y divulgación de datos específicos relacionados con la salud laboral y la necesidad de mitigar tanto el riesgo como la exposición misma (Ramírez, 2002).

Un programa de vigilancia establece en donde se están presentando los eventos y con qué frecuencia ocurren, cuál es su evolución y si existen medidas tomadas para planificar un efecto positivo. Por lo tanto, para su formulación debe tenerse un análisis de los riesgos in situ que, para el caso de los Laboratorios de Química de la UPTC, han sido identificados, reconocidos y caracterizados en esta tesis.

Desde la epidemiología laboral, la vigilancia se define como un proceso continuo y sistemático de recolección, procesamiento, análisis e interpretación de datos y la difusión de información a quienes necesitan conocerla según los niveles de intervención que pueden desarrollar (Ramírez, 2002, pág. 18).

La vigilancia ocupacional se define como el proceso de evaluar la distribución y tendencia secular de niveles de exposición a riesgos y peligros responsables de enfermedad y lesión vinculados con las condiciones de trabajo. El surgimiento de la vigilancia ocupacional se presenta desde el trabajo que ha desarrollado la salud ocupacional que se basa en dos tradiciones: la vigilancia médica y la vigilancia en salud pública; con el fin de lograr un mejor estado de salud y calidad de vida de los trabajadores en donde exista un entorno favorable que permita un mejor desempeño de las labores (Pérez, 2013).

Los sistemas de vigilancia epidemiológica en ambientes laborales con factores de riesgo, juegan un importante papel en el cuidado de la salud humana y se diseñan para detectar cambios o tendencias y con base en ella, poner en marcha medidas de investigación y control sobre dichos factores. El propósito es prevenir y controlar los riesgos, accidentes y enfermedades ocupacionales individuales y colectivas.

Un componente fundamental es la *vigilancia de los riesgos*, como el proceso de evaluar la distribución y tendencia secular de los niveles de exposición a riesgos responsables de enfermedad y lesión. Permite monitorear en forma permanente, la exposición a sustancias y agentes peligrosos en el lugar de trabajo. Es un componente importante en la estrategia de prevención. Debe producir acciones para eliminar o si no es posible, reducir la exposición en los lugares de trabajo. La realización de esta vigilancia se hace a través de un sistema que permita obtener y actualizar periódicamente los datos relevantes, para reducir los nuevos casos y algunos síntomas dados por la exposición ocupacional con el fin de tomar acciones de prevención antes de que se produzca las enfermedades y alteraciones en el organismo. Dado que las enfermedades ocupacionales tienen largos periodos de latencia y pueden tener etiologías multifactoriales, lo que hace el diagnóstico complejo, se hace necesario tomar medidas de control a corto, mediano y largo plazo (Pérez, 2013).

La vigilancia epidemiológica de la salud implica la articulación y coordinación de todos los actores involucrados en su promoción y la prevención de enfermedades profesionales y accidentes (lesiones) de trabajo y en la calificación del origen de los eventos.

Los principios generales a tener en cuenta serán: organización de los sistemas de trabajo, instalación de equipos de trabajo y adopción de medidas higiénico-industriales.

La medida para reducir el riesgo debe centrarse en: minimización de escape, difusión o contacto mediante procedimientos, controles, equipos y materiales apropiados; ventilación, medidas de organización del trabajo y de protección individual, entre otras.

La Vigilancia de Salud es una estrategia de tipo preventiva o activa, para identificar datos y consolidar información que prevenga la alteración de salud en la población trabajadora. Las medidas específicas de prevención y protección, en caso de agentes químicos que puedan dar lugar a incendios, explosiones o reacciones químicas peligrosas, deberán ser en orden: impedir la presencia de concentraciones peligrosas (inflamables) o de cantidades peligrosas (inestables o incompatibles), cuando la naturaleza del trabajo lo permita; cuando no, evitar las fuentes de ignición o las condiciones que puedan favorecer descomposiciones o mezclas peligrosas, potencialmente reaccionantes.

Sin embargo, la Vigilancia Reactiva o Pasiva se aplica a partir de patologías laborales, tras una comprobación de exposición y relación directa a algún agente de riesgo presente en el puesto de trabajo; a partir del evento, se inicia la vigilancia de salud sobre el resto de los integrantes del Grupo de Exposición Similares GES, al que pertenece el trabajador.

En todo momento, se debe contar con protocolos para la vigilancia epidemiológica en los lugares de trabajo, para establecer el tipo de trabajadores expuestos, categorizar las exposiciones y normalizar las acciones que deben ejecutar por las organizaciones, los organismos administradores y las autoridades de salud y trabajo, con el fin de avanzar decididamente en la prevención de enfermedades laborales en nuestro país.



## **3. Metodología**

### **3.1 Tipo de estudio**

Estudio descriptivo multimétodo para la evaluación del riesgo; de corte transversal, con mediciones en un solo semestre académico.

Se aplicó la combinación de los métodos cualitativo y estadístico, para abordar las mediciones requeridas para resolver las preguntas de investigación.

Se aplicó el método de observación directa, la encuesta y una entrevista para el proceso recolección de datos (Tashakkori & Teddlie, 2003). Posteriormente el análisis estadístico descriptivo e inferencial (para el análisis de varianza y la prueba de hipótesis estadísticas).

### **3.2 Delimitación espacio-temporal**

Laboratorios de química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con temporalidad correspondiente al segundo período académico del año 2016.

### **3.3 Sujetos de estudio**

La población de estudio está constituida por el colectivo de personas que trabajan in-situ, expuestas a riesgos físicos y químicos, en total 76. Las actividades son ejercidas por: laboratoristas, docentes investigadores, jóvenes investigadores o estudiantes en formación investigativa que realizan su tesis de maestría o de doctorado en química.

### **3.4 Población expuesta**

La población de trabajadores de los laboratorios, sujetos del estudio, en la escuela de Ciencias Químicas UPTC, está discriminada así:

Docentes Investigadores = 39, con vinculación laboral discriminada así: 25 de planta y 14 ocasionales o catedráticos; esto corresponde al 51,3% de la población.

Jóvenes investigadores: 12 = 15,8% de la población.

Estudiantes que realizan trabajo de grado de pregrado o tesis de postgrado: 14 = 18.4%

Laboratoristas, instrumentadores o auxiliares: 11, discriminados como 1 coordinador de laboratorios, con funciones de almacenista y 10 responsables del laboratorio = 14,5%.

Eventualmente, el laboratorista o funcionario que manipula los residuos en tránsito hacia el gestor ambiental contratado por la UPTC, para la disposición final de residuos ex-situ.

En la población se excluyeron los 372 estudiantes de pregrado del programa de química, porque pasan en promedio 2 horas por semana y con uso restringido, según asignaturas.

### 3.5 Muestra

Inicialmente se aplicó una prueba piloto de la encuesta, a un grupo de trabajadores (10 personas, 2 de cada grupo poblacional), con el propósito de verificar la pertinencia y ajustar los ítems en forma precisa y depurar los errores. Para ello se aplicó la prueba estadística de análisis de fiabilidad de escalas, denominada Coeficiente Alfa Cronbrach, el cual fue de 89%. El criterio de validez corresponde a un valor de 70-80%.

El tamaño de la muestra se estimó aplicando el modelo descrito para poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z^2 * S^2 * N}{e^2 * N + Z^2 * S^2} \text{ en donde:}$$

Z = parámetro de Gauss. Asumiendo un nivel de confianza del 90%, Z = 1,645.

$e^2 = 0.10$  = nivel de significancia estimado para la prueba.

$S^2$  = estimador interno del estudio = P\*Q

P = porcentaje o fracción de aceptación de la prueba estadística piloto, el cual fue de 89% ( $\alpha$  - Cronbrach).

Q = fracción de rechazo, que corresponde al complemento de aceptación = 11%.

En consecuencia,  $S^2 = P*Q = (0,89) * (0,11) = 0,098$

N= población de 76 trabajadores y usuarios.

n = tamaño de muestra = 20 personas expuestas a riesgos físicos y químicos.

Realizando las proporciones citadas, las 20 encuestas se realizaron a: 10 docentes, 3 laboristas incluyendo al coordinador y 7 estudiantes en formación investigativa (3 jóvenes investigadores y 4 tesistas de postgrado).

La selección de las 20 personas que conformaron la muestra fue realizada de forma determinística, escogiendo las personas identificadas durante el trabajo de campo con mayor número de horas de jornada laboral diaria.

### **3.6 Características y criterios metodológicos**

Se partió de los aspectos centrados en la percepción del sujeto (trabajador) sobre la vivencia de la actividad laboral in situ. Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Componentes del riesgo en el proceso y contexto productivo académico: fuentes del riesgo, frecuencia de exposición (según jornada laboral), causas, sucesos, consecuencias (accidentes de trabajo, incidentes y exposiciones a situaciones adversas), probabilidad de ocurrencia de la consecuencia (percepción cualitativa, que se analizará cuantitativamente con una escala sumativa (tipo Likert)).
- Determinación de los elementos de entrada al sistema (personas, lugares de trabajo, materiales, medios técnicos y medios organizativos).
- Identificación de los riesgos por exposición, dadas las características específicas de los laboratorios de experimentación de fisicoquímica, química orgánica, inorgánica y plantas piloto.

Para el desarrollo secuencial, en ésta tesis se acogen algunas sugerencias del manual de metodología para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos (Organización Iberoamericana de la Seguridad Social OISS, 2016).

### **3.7 Técnicas de recolección de información**

La información se realizó mediante observación directa de las condiciones laborales (información del medio y los sujetos que lo habitan), que permitió obtener información sobre los procesos laborales en el laboratorio y ubicar las sustancias químicas utilizadas. Ésta observación se registraba en un diario de campo.

Se aplicó una encuesta a la muestra de 20 personas expuestas.

Usando el criterio determinístico de trabajadores con mayor peligro de riesgo, por el tipo de laboratorio (según la Oficina de Gestión en Laboratorios). Se aplicaron 4 entrevistas, una por cada representante de actividad laboral (docente, estudiante y laboratorista).

Se realizó una inspección ocular y un análisis preliminar de las instalaciones físicas de los laboratorios de química, con base en el protocolo universal de laboratorios de experimentación química. A partir de allí, se realizó la recolección e interpretación de datos, sobre el proceso productivo laboral y eventos de salud o condiciones relacionadas, para realizar la planificación de un programa de vigilancia epidemiológica de eventos secundarios a la exposición de elementos fisicoquímicos.

Dado el protocolo de ingreso para personal cualificado y las condiciones de operación de los laboratorios, el consentimiento informado y la recopilación de la información correspondiente a 4 entrevistas y 20 encuestas, se hizo con el soporte técnico del Grupo de Investigación en Ecoeficiencia, Innovación y Tecnología ECQ-UPTC.

La Tabla 3-1 describe la Operacionalización de la recolección de datos y sistematización.

Tabla 3-1 Técnicas, objetivos y sistematización de información.

<b>Técnicas de recolección</b>	<b>Objetivo específico correspondiente</b>	<b>Forma de sistematización de la información relevante</b>
Análisis documental	<b>1</b>	Revisión del estado del arte sobre las condiciones del puesto de trabajo y efectos de salud sobre los trabajadores laboratorios de docencia e investigación científica, expuestos a riesgos físicos y químicos.
Observación directa.	<b>2 y 3</b> Tipología de riesgos (Gutiérrez. A, 2011), (Perkins, 2006).	Mediante los registros del diario de campo, se documentan los flujogramas del proceso de trabajo, medios y equipos, para caracterizar los riesgos a que expone el proceso productivo en laboratorios. Existen limitaciones de acceso a ésta información por reservas previstas en consentimiento informado. Sin embargo, las respuestas se procesan, sin descartar falso positivo del informante.
Entrevista personal semiestructurada	<b>2 y 3</b> Caracterización Cualitativa (Saenz, G; Grau, R, 2013)	Determinación específica de condiciones de trabajo, mediante análisis de opiniones y percepciones del trabajador, más allá del puntaje en la encuesta.
Encuesta para evaluar percepción del riesgo Tipo Única Likert.	<b>2 y 3</b> Análisis cualitativo y caracterización cuantitativa. Dos categorías. 38 riesgos conexos.	-Técnicas paramétricas de Análisis de Actitudes. - Evaluación del riesgo ocupacional con 2 factores: categorías de riesgo (2) y grupos de trabajadores (3). - Análisis estadístico descriptivo de la variable respuesta: percepción del riesgo.



### 3.7.1 Observación directa en los laboratorios

Se utilizó la observación directa como elemento fundamental del proceso investigativo, con rol de observador de las actividades laborales en los laboratorios de la ECQ con el fin de caracterizar el riesgo al que están expuestos los trabajadores en un contexto real.

De esta forma fue posible explorar rutinas de comportamiento y actividades de los trabajadores, observación de eventos que no se pueden o no se quieren referir, se identificaron informantes claves (trabajadores con mayor exposición a factores de riesgo fisicoquímico), a quienes posteriormente se les realizó la entrevista y aplicó la encuesta.

Esto permitió estructurar, junto con los hallazgos de la literatura, los ítems a evaluar en la encuesta formal, así mismo, permitió identificar discordancias entre lo observado y lo referido en esta última (Kawulich, 2005), para reducir la reactividad del informante (cambio de comportamiento del individuo cuando advierte que está siendo observado (Bernard, 1994) y recolección de datos cualitativos-cuantitativos, como número de horas de exposición.

La observación se realizó primero identificando los diferentes ambientes de trabajo: áreas de trabajo, el estado de las instalaciones, el número de laboratorios y su tipología, radiaciones, almacenamiento, residuos, ventilación, iluminación, extracción de vapores, humos y gases; descripción de los participantes: número de personas expuestas, interacciones con el ambiente físico, trabajo directo con productos, utilización de medidas preventivas (estandarizadas o realizadas por criterio del trabajador).

Se observó y describió en diagramas, cada una de las etapas del proceso productivo en los laboratorios académicos de docencia-investigación, siguiendo el orden secuencial en que cada proceso relevante se desarrolla. Se precisó cuáles son los insumos, reactivos, necesidades locativas y equipos utilizados; la descripción de cada una de las etapas del proceso productivo y el producto final obtenido: práctica, práctica especializada, trabajo de grado, trabajo de investigación, trabajo en planta piloto.

A través de observación directa sistemática, se identificaron factores de riesgo presentes en el puesto de trabajo, lo cual se caracterizó mediante 4 aspectos: proceso productivo, riesgos y exigencias laborales, daños a la salud, perspectivas de la prevención y control.

### 3.7.2 Instrumento para evaluación del riesgo físico y químico

Un enfoque de investigación multi-método, evidencia la presencia simultánea de varias técnicas, en donde lo cuantitativo hace referencia al tratamiento estadístico de los datos.

Todas las técnicas de recolección de datos tienen valor de complementariedad, pero el gran elemento diferenciador de las escalas, frente a las otras técnicas de obtención de datos, es su tendencia a ser más objetivas. Las escalas de actitudes se incluyen dentro de los *métodos de auto-informe* en donde los individuos aportan información sobre sí mismos.

Existen cuatro escalas universales: Likert (sumativa), Thurstone, Osgood y Guttman. Las dos primeras sirven para detectar actitudes y sus cambios, siendo la de Likert la que se concentra en los sujetos y sus lugares, razón suficiente para su selección.

La Escala de Likert por ser ordinal, porque mide **actitudes** o predisposiciones individuales en contextos específicos. Likert es una “*escala sumativa*”, porque la puntuación de cada unidad de análisis se obtiene mediante la sumatoria de respuestas obtenidas en cada característica evaluada (ítem). Sin embargo, los resultados (puntuaciones) **no** se pueden analizar con medidas de tendencia central del tipo medias, desviaciones y medianas.

En el diseño del cuestionario, las preguntas realizadas se estructuraron a partir de la revisión bibliográfica en torno al tema de la salud laboral en instituciones de educación superior, con base en revisión de literatura y de entidades con experiencia en prevención de riesgos labores, como la ARL Suratep, contratada en la UPTC para éstos menesteres.

La evaluación se estructuró en dos categorías de análisis: riesgos (físicos y químicos) y tipo de trabajador (docente, laboratorista, estudiante en formación).

Se diseñó y aplicó una encuesta (**Anexo B**), con elección múltiple en Escala Likert.

La primera parte del instrumento corresponde a Información Sociodemográfica Laboral (ISL), la cual consta de diez (10) aspectos personales y laborales de su puesto de trabajo o actividad en el laboratorio, exposición (jornada-dedicación laboral) y frecuencia.

En la segunda parte se evalúa la percepción que el trabajador encuestado, tiene sobre los riesgos físicos y químicos en laboratorios de química, para lo cual se propone un total de 38 características (ítems) redactadas como declaración (en forma de premisa). En el área de Riesgos Físicos sobre 17 ítems, y en el área de Riesgos Químicos con 21 ítems.

### 3.7.3 Interpretación de actitudes y escalas

El formato Likert está estructurado con cinco alternativas de respuesta, que reflejan una actitud positiva o negativa de la persona, acerca de una característica, *declaración* (riesgo).

El trabajador emite su juicio de valor sobre cada característica, asignando la puntuación universal de la escala, así: (1) en total desacuerdo, (2) en desacuerdo, (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo (4) De acuerdo y (5) Totalmente de acuerdo. En términos del riesgo, el valor 1 implica un escenario pesimista (alto riesgo) y el 5, uno optimista (mínimo riesgo). Estadísticamente, la puntuación (3), ofrece una opción de respuesta intermedia, así, tanto encuesta como escala, admiten criterios de duda razonable. Permite evitar el sesgo en la respuesta, lo cual imprime mayor verosimilitud a la prueba.

En la encuesta, aparecen varias características en forma de *evento de negación*, allí, una respuesta con puntuación 5 significa que el juicio de valor del encuestado advierte sobre la existencia de un efecto adverso para él, es decir, la presencia de un alto riesgo.

Las escalas de actitudes, se incluyen dentro de los métodos de auto informe en los que los sujetos aportan información sobre sí mismos.

Este tipo de escala de puntuaciones sumadas (Likert) está formada por un conjunto de preguntas de actitudes de idéntico valor, a cada una de las cuales los trabajadores y trabajadoras deben responder matizando el grado de acuerdo o desacuerdo que personalmente tienen con ellas; mediante un número impar (5 ó 7) de puntuaciones.

Al sumar ponderadamente todas las puntuaciones otorgadas por los sujetos sobre todas las preguntas de la escala, se obtiene la puntuación de la actitud del grupo (individuos de la muestra poblacional), frente a una determinada categoría.

Para el **análisis de actitudes** se realiza una agrupación por la puntuación de respuesta, teóricamente como rangos o escalas, la *favorabilidad* y *des-favorabilidad* perceptual frente a la categoría medida con Likert. La escala propuesta y aplicada por la investigadora, ubica la situación perceptual del individuo, dependiendo del valor dado (respuesta) en la encuesta, porque ésa afirmación calificó el *objeto de actitud* que se estaba midiendo.

En consecuencia, para el análisis de resultados la percepción del trabajador sobre el riesgo (físico o químico) existente en su puesto de trabajo se asoció así: Muy desfavorable como

“muy riesgoso”, desfavorable como “riesgoso”, favorabilidad media como “bajo riesgo” y, favorable como “sin riesgo”.

### **3.7.4 Entrevista individual no estructurada**

Se diseñó una entrevista semiestructurada está basada en 20 preguntas de respuesta abierta (**Anexo C**), para recabar información precisa y específica sobre las condiciones del puesto de trabajo: equipos, técnicas, sustancias, rutinas y hábitos de trabajo; así mismo, si conocían el plan nacional de salud en prevención de riesgos, en Colombia.

La entrevista se aplicó a un representante de cada grupo poblacional investigado. Los informantes fueron: un estudiante de doctorado-tesista, un docente de química industrial, una laboratorista con alto riesgo por exposición en química orgánica que comparte trabajo del área académica e investigativa (Laboratorio LN 207) y un laborista expuesto en el laboratorio de química Inorgánica (Laboratorio LS 415).

El registro se realizó por medio de grabación, se codificó y registró.

Las categorías fueron: riesgos profesionales de tipo industrial en su puesto; conocimiento para intervenir en accidentes in situ; sustancias con que trabaja a diario; conocimiento sobre el nivel de riesgo y potencial peligro para su salud; peligrosidad; condiciones de ventilación general y extracción de vapores; protección de riesgos de exposición a agentes químicos (respiratoria, ocular y dérmica); presencia de equipos para la protección de riesgos (incendios, gases, electricidad); cualificación sobre mitigación de riesgos en el puesto de trabajo; conocimiento sobre higiene industrial; simulacro sobre eventos accidentales y siniestros; condiciones para la calidad de vida laboral in situ, como pausa activa saludable.

En concordancia con la observación directa, éstas características indagadas en ésta interacción personal fueron: proceso productivo del trabajo realizado, riesgos y exigencias del puesto, efectos a la salud, perspectiva de prevención y control.

## **3.8 Fases de la investigación**

Para el desarrollo de esta investigación se cumplieron las siguientes seis etapas:

**Fase 1.** Análisis preliminar: documental.

**Fase 2.** Diseño y construcción del instrumento integrado de valoración del riesgo.

**Fase 3.** Trabajo de campo: Observación directa.

Realización de entrevistas: una persona por grupo expuesto de docentes, laboratoristas y estudiantes en formación científica (tesista o joven investigador)

**Fase 4.** Sistematización de información: codificación de encuestas y entrevistas, tratamiento estadístico de datos y consolidación de la información.

**Fase 5.** Caracterización de los riesgos por exposición, a través de la documentación de procesos obtenidos en la observación directa y la evaluación de percepción del riesgo.

**Fase 6.** Construcción del documento “Tesis de Grado”, con base en interpretación de los resultados obtenidos de las fuentes primarias y el soporte de la literatura existente en las fuentes secundarias, como taxonomías y esquemas de clasificación de los riesgos físicos y químicos, por exposición en laboratorios e industrias químicas que manipulen reactivos.

### 3.9 Consideraciones éticas

Se solicitó consentimiento informado de todo el proceso in situ, al Director del Grupo de Investigación en Ecoeficiencia Innovación y Tecnología. Se explicó la naturaleza de la investigación, así como el balance entre los efectos de la misma, los probables riesgos y beneficios por las respuestas a emitir. Se reiteró el carácter voluntario de la participación y el respeto por su intimidad y lealtad institucional.

Se obtuvo consentimiento informado a los y las trabajadores (as) que participaron tanto en las entrevistas semiestructuradas, indicando que se garantizará su anonimato, que habrá una seguridad en el manejo de la información y que la información será custodia por un tiempo de 5 años (**Anexo E**).

Este trabajo investigativo se clasifica como “**investigación sin riesgo**” según la Resolución 8430 de 1993, dado que para el alcance de sus objetivos no se realizará ningún tipo de intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos involucrados, ni de sus condiciones operacionales.

## 4. Resultados

### 4.1 Ubicación físico espacial de laboratorios

Desde el año 2012, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Tunja, dio al servicio el Centro de Laboratorios, una Unidad Prestadora de Servicios Académicos y de Investigación, en un moderno edificio de cinco pisos, con un área total construida de 15.018 m<sup>2</sup>. Allí tienen asiento laboratorios de la Facultad de Ciencias Básicas, física, química, biología, algunos de ingeniería y uno de genética vegetal.

Se genera continuamente una serie de residuos químicos líquidos, sólidos y gaseosos que requieren un tratamiento adecuado.

El Centro de Laboratorios de la UPTC Tunja tiene diez laboratorios de docencia de la química, 11 de investigación y 4 plantas piloto para experimentación; además de los 29 docentes de Química. En el **Anexo D** se presenta el inventario de los laboratorios existentes y visitados e inventariados, por el criterio de riesgos y sustancias.

### 4.2 Observación directa: procesos productivos

El proceso laboral desarrollado por las personas que trabajan en los laboratorios de la Escuela de Ciencias Químicas, está articulado con las actividades académicas, el tipo de prácticas y de proyectos que estén desarrollando, para la Dirección de Investigaciones, Colciencias o como tesis de grado.

El proceso laboral es una actividad *interdependiente* entre un proceso de valoración de la actividad académica y un proceso de trabajo como tal. Sin embargo, la infraestructura del laboratorio está concebida y organizada con especificidades universales y requerimientos de bioseguridad según el nivel de riesgo básico para proveer el servicio como aula de clase, pero no como un espacio con inminente exposición al riesgo.

Dado que se trata de un proceso productivo, se debe observar como cualquier *puesto de trabajo* (actividad programada), para identificar la manera como se hace la transformación

en cada etapa del proceso (métodos) y el estudio de tiempos. El estudio de métodos permite analizar el proceso para mejorarlo y determinar el mejor método de hacer el trabajo.

En ésta observación directa in situ, la autora analizó y aplicó las técnicas de ruta y diagrama de operaciones, de flujo, de recorrido, materiales y muestras; para establecer y caracterizar el flujo de la operación en cada proceso: objetos, *medios*, *trabajadores*, *organización división del trabajo*, *riesgos y exigencias*). Es importante señalar que en este flujo se aplica una holgura (tiempo) de 15 minutos, lapso de pausa activa de 15 minutos para los laboratoristas, en cada jornada de trabajo de mañana y tarde.

La exposición diaria (promedio) al riesgo, declarada por los informantes, fue: 6-9 horas diarias en laboratorios de docencia, 4-6 horas en laboratorios de investigación; 4-6 horas en plantas piloto y 2-4 horas en investigación científica.

Los diagramas de flujo del proceso resultantes de las cinco actividades principales, fueron: docencia en el laboratorio, de desarrollo de un trabajo de grado, del desarrollo de un trabajo de investigación, del desarrollo de una práctica en laboratorio especializado y desarrollo de una práctica de laboratorio en planta piloto. Las figuras 4-1 a 4-5, describen los diagramas de los subprocesos productivos.

En desarrollo del trabajo de campo, se advirtió sobre el inadecuado almacenamiento porque no se disponía de un almacén de seguridad, ni armarios para productos tóxicos e inflamables, separándolos del resto de productos; tampoco había protocolos con criterios claros y diferenciados para almacenar de acuerdo con la compatibilidad química.

Cabe señalar que, la caracterización de riesgos señalados en el trabajo de campo, motivó a la administración académica a la adquisición y uso de armarios de seguridad, para los cinco laboratorios de mayor riesgo para el almacenista.

También se identificó que la administración funcional de los procesos (Unidad Académica ECQ), no realiza una gestión inter-funcional real y generadora de valor para la calidad de vida del estudiante; dado que, aunque existen programas estratégicos y mapas de procesos, su aplicación no tiene la prioridad que merece las condiciones ocupacionales y de contexto. De hecho, los planes de mejoramiento continuo no son el resultado de una construcción inductiva y colectiva (usuarios y trabajadores), sino de la oficina de gestión.

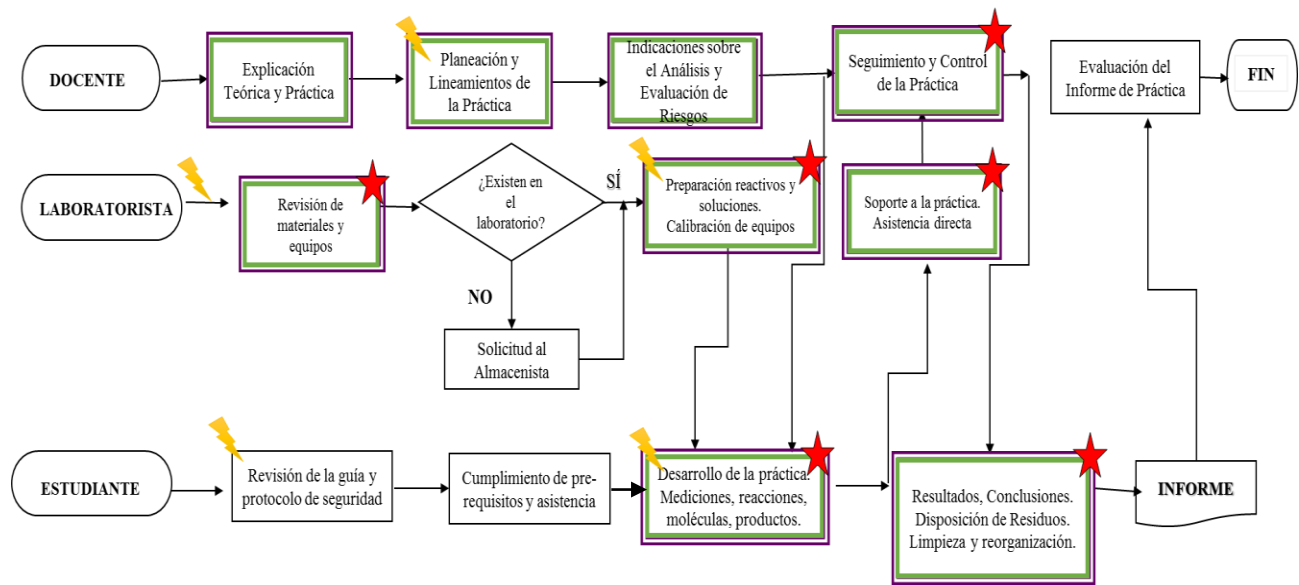
### 4.2.1 Subproceso: práctica de laboratorio

El docente planifica, conduce y supervisa las actividades por realizar en cada práctica, de acuerdo con el plan de trabajo y el procedimiento. Verifica el cumplimiento de normas de seguridad en el laboratorio y protocolo en caso de emergencia, así como de la existencia y disponibilidad de materiales, equipo y sustancias para el desarrollo de las prácticas.

Asesora al laboratorista sobre condiciones in-situ, el manejo de residuos y mantenimiento del laboratorio en general. Coordina el manejo de los materiales y residuos tóxicos que se obtengan después de las prácticas realizadas hasta su recolección y disposición.

Desde lo académico, evalúa las prácticas de laboratorio y lleva el control respectivo, de las funciones y procedimiento que debe cumplir el estudiante (figura 4-1).

Figura 4-1: Diagrama de Flujo - Proceso: práctica de laboratorio



Fuente: elaboración propia

**Convenciones:**

- Riesgo físico
- Riesgo químico
- ..... Acciones complementarias del sistema
- ◇ Decisión
- Operación
- ▭ Salida del proceso
- ★ Percepción de enfermedad
- 🔧 Sugerencias

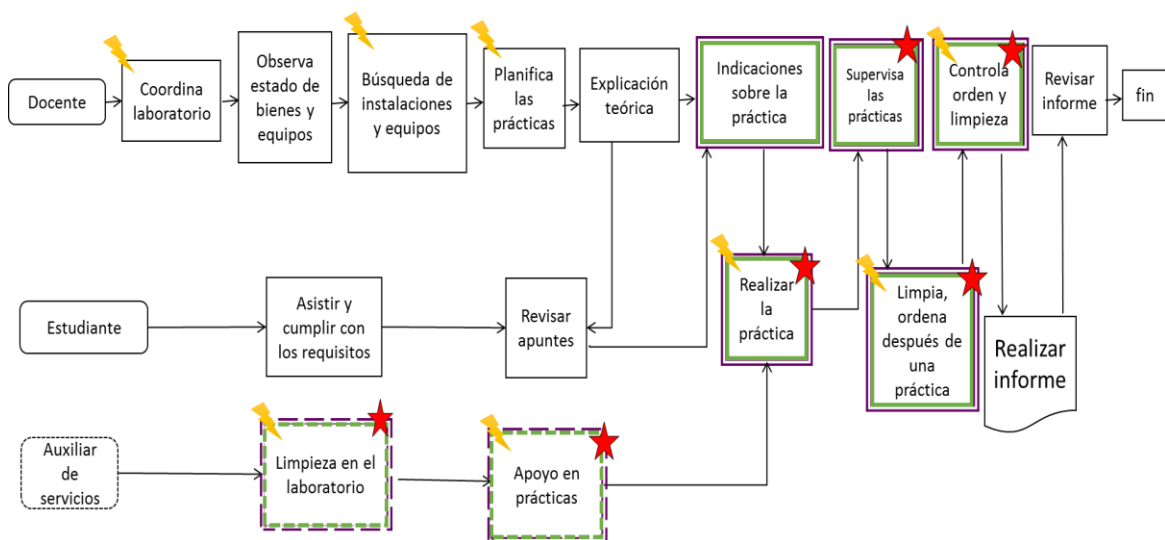


### 4.2.2 Subproceso: desarrollo de un trabajo de grado

El docente planifica y supervisa las actividades por realizar en cada jornada práctica para realizar los experimentos requeridos, de conformidad con el anteproyecto, el plan de trabajo y el procedimiento diario. Se realizará el registro en la bitácora del laboratorio y se dejarán evidencias como registro fotográfico, e incluso, filmico del trabajo en laboratorio.

El docente director del trabajo de investigación formativa, administra el uso del laboratorio y registra en la planilla correspondiente la fecha, horario y firma del retiro y devolución del material. Se debe ingresar con la vestimenta biosegura y una vez finalizada la actividad, los mesones, espacios y equipos deben quedar organizados; en caso de un montaje en funcionamiento, debe asegurarse una adecuada cadena de custodia (figura 4-2).

Figura 4-2: Diagrama de Flujo - Proceso: desarrollo de un trabajo de grado



Fuente: elaboración propia

### 4.2.3 Subproceso: desarrollo de un trabajo de investigación

Los procesos de investigación en la Unidad Académica corresponden al conjunto de actividades articuladas para la producción aplicación o difusión del conocimiento científico y tecnológico. Son operacionalizados por los Grupos de Investigación, corresponden a tres tipos: de convocatoria interna en la Dirección General de Investigaciones DIN, convocatoria regional o nacional (Colciencias) y proyectos interinstitucionales (misionales) del orden nacional o internacional. Son actores (coinvestigadores) directos en las diferentes etapas,

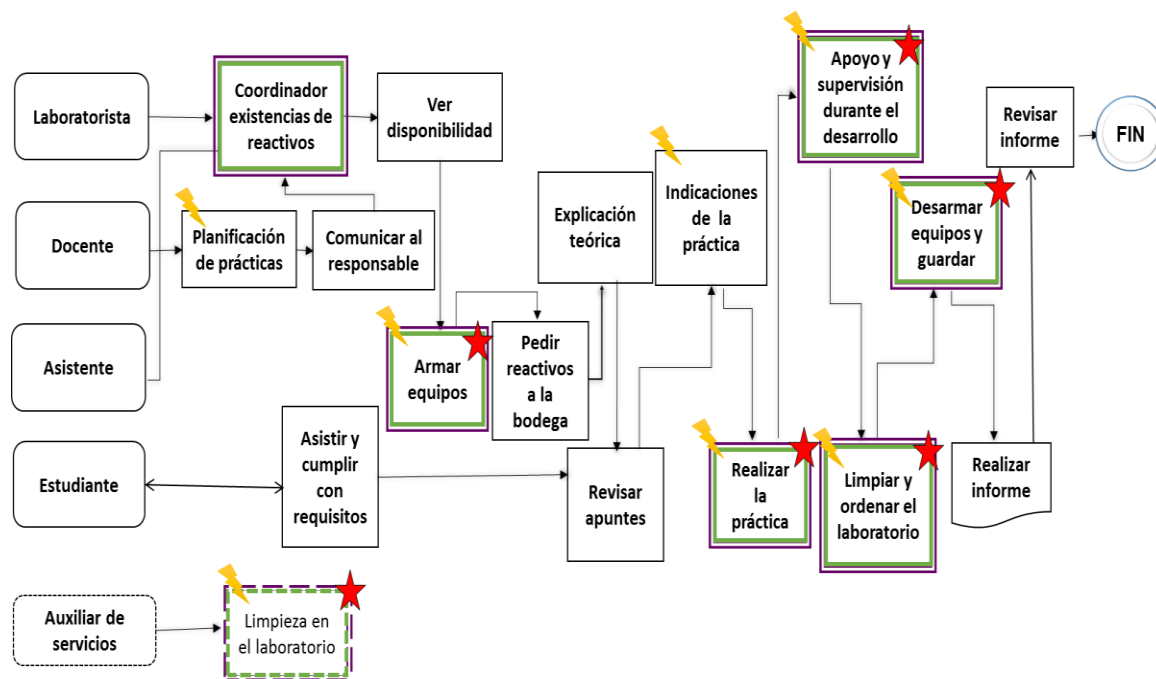
los estudiantes, semilleros, jóvenes investigadores; quienes en conjunto con los docentes, laboratoristas y administrativos (de la DIN) conforman la Masa Crítica del proceso.

El docente líder del Grupo de Investigación administra el uso de los recursos, reactivos, equipos y disponibilidad del laboratorio; así mismo organiza la actividad investigativa; direcciona el diseño de experimentos, procesamiento, toma de muestras, datos y análisis de resultados. Verifica la eficiencia, eficacia y efectividad del proceso (tiempos y movimientos) ejecutado y con base en ello, aplica acciones de mejoramiento.

El líder también coordina con el responsable de laboratorios, lo pertinente a formatos de uso y devolución de materiales solicitados y reactivos sobrantes.

Las actividades son continuas y aunque responden a un plan de trabajo, no son sistemáticas sino de acuerdo con el desarrollo mismo del proceso riguroso de la investigación, sus metas, logros, avances y conclusión. Los montajes para mediciones, reacciones y ensayos, tienen una bioseguridad y cadena de custodia diversa (figura 4-3).

Figura 4-3: Diagrama de Flujo – Proceso: desarrollo de un trabajo de investigación



Fuente: elaboración propia

### 4.2.4 Subproceso: práctica especializada de laboratorio

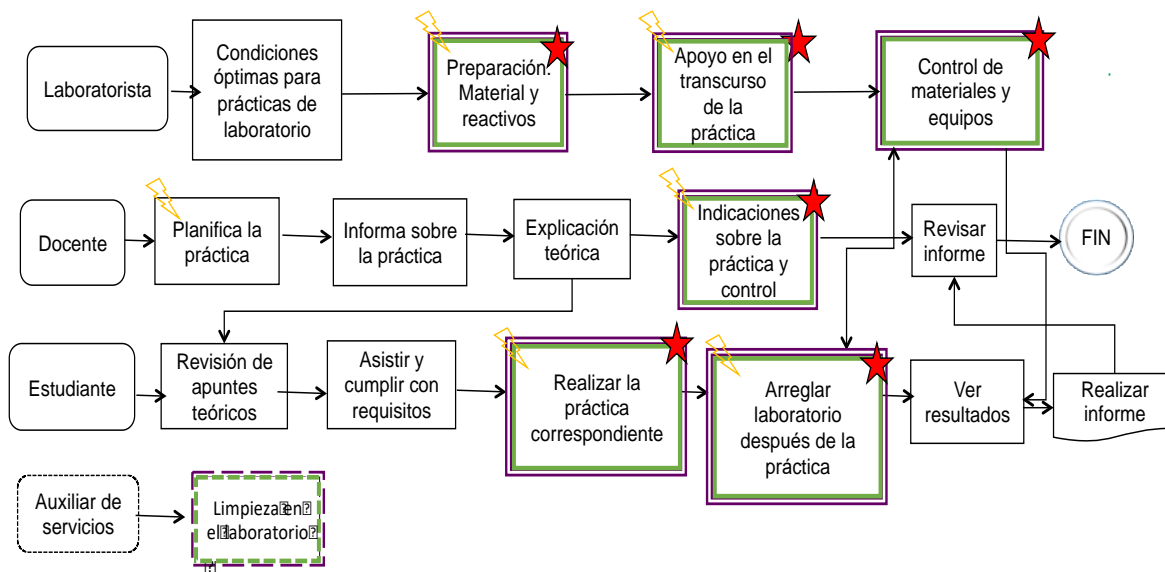
Se realizan en el nivel de formación de doctorado en química, e incluso de física y biología; también como extensión a las asignaturas electivas de maestría en química.

A diferencia de las prácticas de pregrado, median aspectos de más alto nivel científico: articulación con el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias CIEC, el comité de ética y bioética, de acuerdo con los protocolos y disponibilidad de recursos.

Cabe agregar que, en estas experiencias avanzadas, existe un propósito complementario que implican difusión de experiencias y resultados, para su presentación en foros de congresos, simposios, reuniones científicas; como paso preliminar de la publicación en memorias internacionales, revistas científicas indizadas e indexadas internacionalmente.

El diagrama de flujo mostrado en la Figura 4-4, muestra las similitudes y diferencias de la práctica en el laboratorio.

Figura 4-4: Diagrama de Flujo - Proceso: práctica especializada de laboratorio



Fuente: elaboración propia

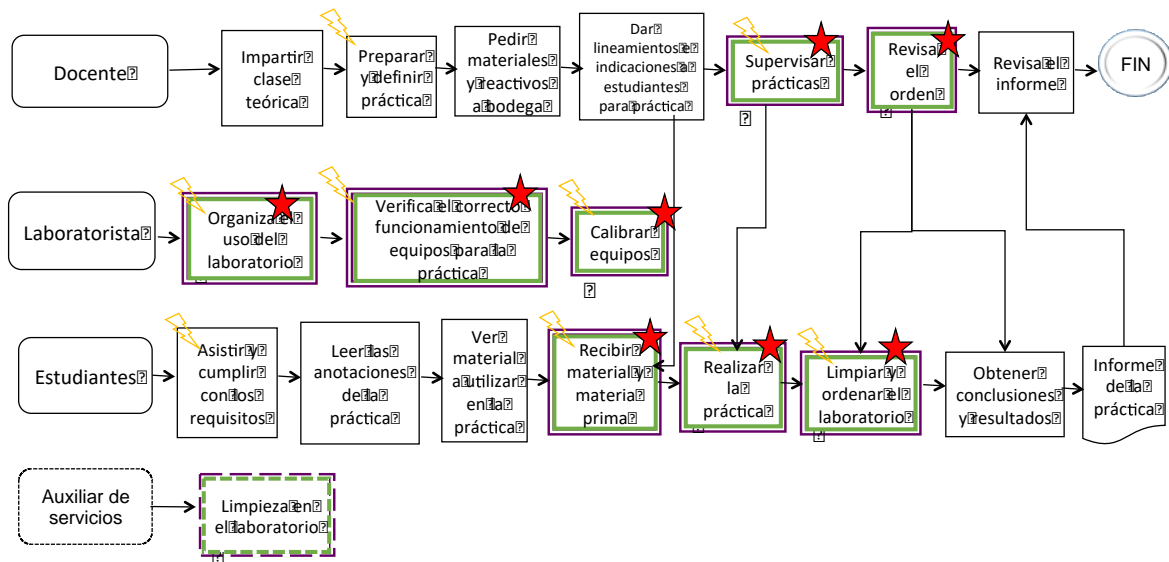
### 4.2.5 Subproceso: práctica de laboratorio en una planta piloto

En este tipo de laboratorio se realizan distintos procesos de elaboración con la aplicación de diferentes tecnologías y fabricación, para elaborar diversos productos. El docente y el auxiliar encargado de la planta, supervisan los procesos de elaboración y la práctica.

Para los procesos de producción (elaboración) de productos, las materias primas y accesorios para los montajes y empaqueo del producto final, son aportados por los mismos estudiantes, previa planificación y logística técnica y organizacional en la planta (Fig. 4-5).

Ocasionalmente, las instalaciones, conocimiento y procedimientos, son utilizados para apoyar o fortalecer procesos de transferencia de tecnología o apoyo al sector real (productivo) como laboratorio docente y como laboratorio de atención al público, logrando articular la investigación y proyección universitaria, para asegurar una oportuna y real interacción del binomio Universidad Empresa.

Figura 4-5: Diagrama de Flujo - Proceso: práctica de laboratorio en planta piloto



Fuente: elaboración propia

## 4.3 Caracterización de riesgo en laboratorios de química

A partir de la identificación pormenorizada de los factores de riesgo percibidos por los distintos grupos de trabajadores y desde la perspectiva integradora del modelo obrero que

permite reconocer procesos, división del trabajo, *exigencias y riesgos de la actividad laboral y los efectos que pueden ocasionar a la salud de los trabajadores.*

El objetivo central fue reconocer y valorar los diferentes agentes con el fin de establecer prioridades preventivas y correctivas que conlleven a mitigar los riesgos para mejorar la calidad de vida laboral. De esta manera se presentan los insumos para la formulación de un programa de vigilancia en salud laboral, precisando las consecuencias y/o efectos adversos más probables, involucrando aspectos técnicos, organizacionales y salud.

Con base en los aportes de la “investigación participativa del modelo obrero en la salud laboral (el modelo obrero), descrito por Villegas y Ríos (Organización Panamericana de la Salud, 2002), se construyó la Tabla 4-1, en donde se plantean cinco grupos de riesgos.

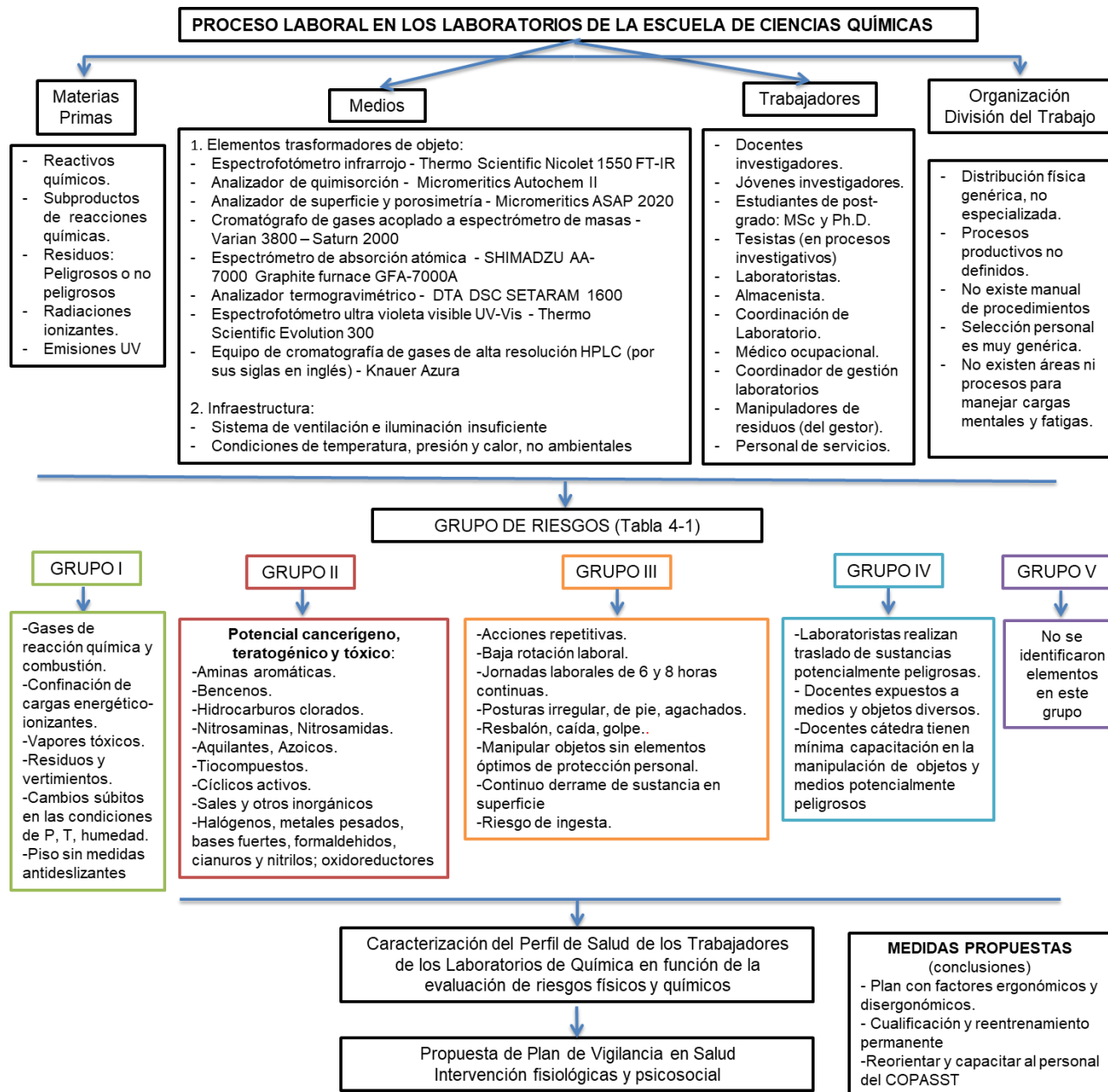
Tabla 4-2 Grupo de riesgos presentes en los laboratorios de química ECQ-UPTC

Grupo de Riesgo	Denominación	Descripción	Elementos
I	Riesgos derivados de los medios de trabajo.	Riesgos que conforman el ambiente laboral. Analizados como riesgos físicos	Ruido, vibraciones, temperatura, humedad, ventilación, radiaciones.
II	Riesgos resultantes de los objetos de trabajo y sus transformaciones	Son de carácter químico y biológico	Gases, polvos, humos, vapores, líquidos, bacterias y virus.
III	Exigencias laborales de la actividad física.	Se refiere a las posiciones incómodas y aquellas condiciones que involucran intensidad del trabajo.	Sedentarismo, actividad física extenuante, ergonómica.
IV	Exigencia laborales de la organización y división del trabajo	Involucra la jornada laboral, retribución salarial y ritmo de trabajo.	Duración de jornada laboral, rotación de puesto de trabajo, turnos nocturnos. Pago fijo, prestación de servicio, bonos y estímulos. Ritmo laboral, peligrosidad, monotonía y presencia de supervisión.
V	Riesgos que los medios de trabajo representan por sí mismo	Considerados como los riesgos mecánicos.	Las instalaciones, maquinaria y herramienta.

Fuente: adaptado de (Organización Panamericana de la Salud, 2002, págs. 71-72)

La figura 4-6, describe la caracterización de los riesgos ocupacionales y sistematiza la información relevante del proceso laboral, resultado del proceso de observación directa.

Figura 4-6: Caracterización de Riesgos en los Laboratorios de Química UPTC



Fuente: elaboración propia

## 4.4 Resultados de las entrevistas semiestructuradas

Los resultados obtenidos por aplicación de la entrevista (**Anexo C**), permitieron caracterizar las percepciones, opiniones y preocupaciones de trabajadores y trabajadoras entrevistados.

Las respuestas se sistematizaron como categorías de respuesta: percepción de riesgos físicos y riesgos químicos, efectos percibidos sobre la salud, factores identificados como protectores y factores que predisponen y sugerencias para mejorar su condición de riesgo. En la Tabla 4-2 se presenta una descripción de estos elementos.

Tabla 4-3 Percepción de las y los entrevistados sobre los riesgos físicos y químicos y sus efectos sobre la salud

Categorías	Descripción
Riesgos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los riesgos físicos ocupacionales más referidos fueron la radiación, ventilación y presión como factor modificador de la temperatura (gases).</li> <li>- La percepción de riesgo a factores físicos se da por la exposición a estos sin elementos de protección personal-</li> <li>- Instalación pequeña lo que genera que una distribución inadecuada e insuficiente de los reactivos, pudiendo ser factor de riesgo para combustión espontanea.</li> </ul>
Riesgos Químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los riesgos químicos ocupacionales más referidos fueron el contacto dérmico, inhalatorio y oftalmológico con los reactivos y sus subproductos</li> <li>- La extracción y ventilación localizada de gases, vapores, pulverizaciones y humos es percibida como insuficiente, no permanente y con funcionamiento inadecuado.</li> <li>- La percepción de riesgo a factores químicos se da por la exposición a estos sin elementos de protección personal.</li> </ul>
Efectos percibidos sobre la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Migraña.</li> <li>- Rinitis</li> <li>- Infección respiratoria aguda.</li> <li>- Irritación ocular.</li> <li>- Estados de ansiedad por accidentes menores por explosiones de baja intensidad secundarias a reacciones químicas.</li> </ul>
Factores protectores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitaciones recibidas: 3-4 por año.</li> <li>- Las normas y prácticas de higiene industrial son aplicadas por los y las trabajadoras.</li> <li>- Duchas de lavado, una ocular y otra general</li> </ul>
Factores Predisponen a riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El mantenimiento de instalaciones de laboratorios la realiza exclusivamente el laboratorista.</li> <li>- El mantenimiento de equipos es periódico y no rutinario.</li> <li>- Desconocimiento e imprecisión del potencial carcinogénico o tóxico de sustancias químicas manipuladas por los trabajadores</li> <li>- Protección ocular y dérmica no adecuada para el nivel de exposición a riesgos químicos y físicos</li> </ul>
Sugerencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliación de normas de higiene industrial (tapabocas certificado, guantes certificado, mascara, zapato cerrado, cabello recogido, bata y gafas de protección entre otros)</li> <li>- Mayor información sobre riesgos a los estudiantes</li> <li>- Ubicación de dos salidas de emergencia de los laboratorios.</li> </ul>

La percepción de riesgos físicos ocupacionales en los laboratorios de química de la UPTC se enfocó en la radiación y presión como factor modificador de la temperatura cuya exposición se da en las plantas piloto.

La distribución del espacio dentro de los laboratorios está limitada. Existe una distribución inadecuada e insuficiente de los reactivos pudiendo ser un factor de riesgo para generar combustión espontánea por almacenamiento cercano de sustancias cuya disposición debería ser diferente.

Existe un aumento de percepción de riesgo físico por la no disponibilidad de elementos de protección personal de acuerdo al nivel de exposición de los trabajadores, situación que se presenta también con los riesgos químicos.

Los riesgos ocupacionales químicos percibidos como de mayor riesgo fueron los vapores inhalados y contacto dérmico, inhalatorio y oftalmológico con los reactivos manipulados y los subproductos de las reacciones de los mismos.

Así mismo se menciona reiteradamente a la insuficiente ventilación localizada de gases, vapores, pulverizaciones y humos como factor de riesgo y como generador de patologías respiratorias o aumento de la incidencia de estas, "...Yo si he notado que las gripas me dan cada vez más seguido a pesar de que uso tapabocas"

Algunos de los efectos sobre la salud percibidos son afectaciones sobre la vía área como rinitis e infección respiratoria aguda, pero también se hace referencia de manera persistente a la migraña, irritación ocular y estados de ansiedad por lesiones producto de explosiones de baja intensidad generadas por reacciones químicas dentro del desarrollo de la actividad laboral.

Se evidenció que existen factores que podrían aumentar o disminuir la percepción de exposición a los riesgos físicos y químicos en el laboratorio de química de la UPTC. Por esta razón se analizaron los datos obtenidos en la encuesta desde la perspectiva de factores que predisponen al riesgo y factores de protegen del mismo.

Dentro de los factores que predisponen al riesgo se encontró que el mantenimiento de las instalaciones se realiza exclusivamente por el laboratorista y que el mantenimiento de los equipos es periódico y no rutinario; el desconocimiento de los trabajadores y la imprecisión



del potencial carcinogénico de la sustancia química manipulada, el uso de elementos de protección personal insuficientes. Según el nivel de riesgo industrial, se incrementa. Respecto a esta percepción elementos de protección en el área de trabajo una de las personas entrevistadas refirió un incidente de lesión dérmica secundaria a una explosión por reacción química a pesar del uso de elementos de protección personal “ ... *En mi caso se me presentó una vez una quemadura por una explosión, a pesar de toda la protección, pero estallo el sistema de reacción química, cayó sobre la ropa, por fortuna tenía manga larga y guantes ¾; afortunadamente la lesión fue de leves consecuencias, pero me incapacito un tiempo*”.

Uno de los trabajadores comentó su preocupación por posible exposición a riesgos biológicos por cercanía con el Laboratorio de Genética (Escuela de Medicina Veterinaria), en donde se manipula productos biológicos, materiales pesados y sustancias citotóxicas.

La categoría de percepción de factores protectores permitió identificar que situaciones o aspectos de la actividad laboral generan en el trabajador sensación de seguridad durante su desarrollo. Se evidenció que el conocimiento sobre los riesgos a los que están expuestos, el potencial de afectación a su salud a corto, mediano y largo plazo, es decir saber con claridad que es un accidente laboral, cuales son las enfermedades laborales relacionadas a su ocupación y la forma de prevenir estos eventos; así como la normativa general y particular para la protección de su salud y la vivencia de su aplicación generan en los trabajadores tranquilidad y los empodera sobre los procesos que afectan su salud. Esto a su vez hace más probable el seguimiento y difusión de indicaciones de higiene industrial, permitiría identificar tempranamente alteraciones de su salud, antes que se trasformen en estados patológicos; tomar medidas protectoras para el trabajador actual y los próximos, así como generar acciones rápidas y eficientes para recuperar el bienestar del trabajador si este ya fue afectado. De tal manera que las capacitaciones recibidas, 3-4 por año, donde se indican las pautas y parámetros para la adecuada operación de un laboratorio y se enfatiza la prevención y mitigación de las consecuencias por tipo de accidente; así como las realizadas por la ARL, aunque cortas e infrecuentes (1 cada año) son bien recibidas por el grupo de trabajadores entrevistado.

Es importante referir que cuando se pregunta sobre conocimiento de la normativa general la respuesta no es concreta, pero los protocolos de higiene industrial son conocidos y aplicados por los entrevistados. Los trabajadores conocen cuales son los riesgos físicos y

químicos, y que es un accidente laboral, así como las acciones encaminadas a mitigar sus efectos “... *En caso de inhalar un vapor o un gas tóxico no se debe forzar al vómito y se debe informar inmediatamente al médico o médica de la oficina de laboratorios*”

Los niveles de información sobre los riesgos físicos y químicos son variables y van desde trabajadores poco informados hasta trabajadores informados y con precisión en la acciones preventivas y posteriores a una exposición: “*Yo soy profesor en el área de fisicoquímica, química industrial y planta piloto y también he trabajado en la línea de producción industrial frente al cañón. Además, soy consultor permanente y miembro de la unidad de emprendimiento industrial UPTC. Convivo todo el tiempo con el riesgo y comprendo sus efectos, creo que muy bien, aunque en esto, todos los días se aprende; puedo decir que es un tema que domino, pero eso no pasa con todos mis colegas docentes, menos con los demás usuarios trabajadores de éstos laboratorios; me atrevo a decir que son contados con los dedos de mi mano*”. “*Sin embargo, desde mi grupo de investigación trabajamos en la medida de lo posible por reorientar y modificar los hábitos cotidianos en cuanto a la responsabilidad frente al riesgo... Ud. sabe que en estos casos todos creen que saben y el que no lo sabe, aparenta que sí, teme que lo excluyan por carecer de competencias y eso es un riesgo altísimo, porque la seguridad está en manos de una persona aparentemente experta pero sin dominio, sin autonomía ni sobriedad suficiente, para tomar decisiones relevante y bajo presión, en caso de siniestros*”.

No se evidencia claridad en la información que los trabajadores tienen sobre los efectos potencialmente cancerígenos de sustancias que manipulan, ni acerca de enfermedades asociadas al trabajo que desempeñan (se enfocan principalmente en las patologías agudas tipo infección respiratoria, quemaduras e intoxicaciones) sus signos y síntomas... “*No sabemos más allá de protegernos, de seguir las indicaciones, más allá de tener muchas prevenciones o acciones básicas, pero ¿estamos entrenados en conocer y prevenir enfermedades laborales?, para mí no*”.

Durante el desarrollo de la entrevista, los trabajadores realizaron sugerencias sobre medidas de prevención de riesgo que van desde la ampliación de las normas de higiene industrial (tapabocas certificado, guantes certificado, máscara, zapato cerrado, cabello recogido, bata y gafas de protección entre otros), mayor información sobre riesgos a los usuarios de los laboratorios de química, involucrando a los estudiantes usuarios y

potenciales trabajadores expuestos a estos riesgos; hasta una estación para el control de incendios (fácil propagación) y ubicación de salidas de emergencia de los laboratorios.

## 4.5 Evaluación de Percepción de Riesgo Ocupacional

Para la evaluación de la percepción de riesgos físicos y químicos en el laboratorio de química de la UPTC se realizó una encuesta con Escala Likert a una muestra de  $n = 20$  trabajadores (del universo  $N=76$ ), constituida por 10 docentes-investigadores, 7 estudiantes en formación investigativa y 3 laboratoristas.

El *tratamiento estadístico* a los resultados de la Escala Likert se realizó por medidas o métricas de escala, agrupando las puntuaciones (resultado de la evaluación por cada ítem) y por modas (agrupaciones visuales) mediante la técnica estadística de “*análisis de actitudes*”, lo cual significa una categorización de variables agrupadas.

En consecuencia, *la variable dependiente es la percepción y los dos factores* son: tipo de trabajador y tipo de riesgo. En el Anexo B, se describe los ítems (riesgos) y el número de respuesta dadas por los trabajadores según el puntaje (1 a 5) asignado al riesgo.

Los resultados obtenidos de la encuesta general de evaluación de percepción de riesgos físicos y químicos se reportan totalmente en la Tabla 4-3. Se agruparon las respuestas obtenidas (evaluación de percepción), es decir, 760 respuestas correspondientes a 20 encuestas con 38 riesgos evaluados por cada trabajador.

El factor “tipo de riesgo” corresponde a las categorías de: riesgo físico **F** (ítems F1 a F17) y riesgo químico **Q** (ítems Q1 a Q21).

El factor “tipo de trabajador” corresponde a las categorías: Docente (D1-D10), Estudiante en formación (E1-E7), Laboratorista (L1-L3).

En la Tabla 4-3 se aprecia los valores de percepción individual del encuestado por cada variable (riesgo), observado en las filas 1 a 38.

La percepción global por cada riesgo (ítem)  $PG_R$ , se presenta en la última columna.

La percepción global de cada trabajador ( $PG_T$ ) se reporta en la última fila.

La percepción global colectiva ( $PG_C$ ) corresponde a la celda del extremo inferior derecho. Para ésta investigación, la escala de Likert (puntaje 1-5) se construyó con una equivalencia tal que, 1 indica alta percepción del riesgo y 5 una baja percepción.

La percepción global colectiva del riesgo ocupacional fue  $PG_C = 3.08$  lo cual implica que, para los trabajadores, existe una percepción media sobre el riesgo de exposición en los laboratorios de la ECQ.

La percepción del riesgo de los docentes está por debajo del global, mostrando mayor percepción de riesgo que los estudiantes y laboratoristas.

Los trabajadores laboratoristas perciben un menor riesgo en su ejercicio laboral, lo cual se puede contrastar con los resultados de las entrevistas, en donde ellos manifiestan que son permanentemente capacitados. Sin embargo, allí mismo ellos aclararon que los procesos formativos o de reentrenamiento son muy genéricos y repetitivos, respecto de las jornadas dadas por la ARL.

Las variables de percepción del *riesgo físico de mayor incidencia*, fueron en su orden:

- F2: Presencia de riesgos por exposición a sobrecargas de energía lumínica (solar o UV), con deslumbramientos, reflejos y calor excesivo.

- F4: Exposición por procesos con baños congelantes, con líquidos criogénicos, con equipos a presión de vacío y con cadena de frío.

- F8: No existen protocolos para permitir actividades de laboratorio riesgosas, para una usuaria en estado de embarazo.

F9: La variable de evaluación de protocolos específicos para las trabajadoras gestantes mostró que su inexistencia genera una percepción de riesgo moderada dentro de la percepción de riesgo dentro de los trabajadores

Tabla 4-4 Cuadro resumen de la evaluación de la percepción

Riesgo (F/Q)	Trabajador encuestado: Docente D – Estudiante E – Laboratorista																					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	L1	L2	L3	PG <sub>R</sub>	
F1	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.80
F2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1.45
F3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2.85
F4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2.10
F5	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3.00
F6	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	3.85
F7	3	3	3	2	3	2	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2.95
F8	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	4	4	2.30
F9	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2.95
F10	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3.85
F11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2.20
F12	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2.40
F13	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	5	3	4	2	4	3	3	3.15
F14	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	5	3	3	3	3	4	3	3	3	3.35
F15	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3.00
F16	4	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4.10
F17	2	2	2	3	2	2	3	2	4	2	2	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2.60
Q1	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3.95
Q2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	2.85
Q3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	5	5	5	3.90
Q4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3.95
Q5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	3	3	3.90
Q6	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3.90
Q7	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	3.85
Q8	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	3	2	1	3	2	2	1.70
Q9	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	3	2	1	3	2	2	1.70
Q10	4	1	3	4	4	3	1	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2.75
Q11	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1.45
Q12	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2.10
Q13	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	5	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4.00
Q14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	5	5	5	3.30
Q15	3	3	3	5	4	3	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4.00
Q16	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4.00
Q17	3	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2.80
Q18	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3.00
Q19	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2.40
Q20	3	2	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4.10
Q21	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3	3	4	3	4	4	2.45
PG <sub>T</sub>	3,05	2,62	2,81	2,90	2,86	2,76	2,90	3,00	2,95	3,05	3,29	3,24	3,24	3,14	3,33	3,38	3,19	3,05	3,76	3,52	3,52	PG <sub>C</sub> : 3.08

Categoría: (1) Total desacuerdo, (2) Desacuerdo, (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, (4) De acuerdo, (5) Total acuerdo.

Las variables de percepción del *riesgo químico de mayor incidencia*, fueron en su orden:

- Q11: Exposición frecuente a contaminación por absorción, a través de los oídos, los ojos, de la piel o de heridas abiertas en la piel.
- Q8: En su puesto inhala frecuentemente vapores, gases y humos, que pueden afectarle el tracto respiratorio y los pulmones.
- Q9: En contacto frecuente con disolventes volátiles, fluidos refrigerantes, combustión, emisión de gases generados en las reacciones químicas.

#### 4.5.1 Análisis de riesgos por agrupación

Aplicando el análisis estadístico de “agrupaciones visuales” (descrita en 3.6.3), los resultados se organizaron en cuatro agrupaciones, según la variable respuesta, así:

Entre 1 y 2 = Percepción muy desfavorable (muy riesgosa).

Mayor a 2, hasta 3 = Percepción desfavorable (riesgosa).

Mayor a 3, hasta 4 = Percepción favorabilidad media (poco riesgosa).

Mayor de 4, hasta 5 = Percepción favorable (sin riesgo).

- Los resultados de la *evaluación* de los 17 ítems de riesgos físicos (**Anexo B**), señalan 1 puntuación en el primer grupo, 10 en el segundo, 4 en el tercero y 2 en el cuarto.

Los valores obtenidos sobre la percepción de su labor en el puesto de trabajo fueron: 5.9% muy riesgosa, riesgosa el 58.8%, poco riesgosa para el 23.5% y tan solo para el 11.8% fue no riesgosa.

La interpretación sugiere que, en suma, casi las dos terceras partes (65% de trabajadoras y trabajadores encuestados, tienen una **percepción desfavorable** frente al riesgo ocupacional físico y consideran a su respectivo puesto de trabajo como **riesgoso**.

- Los resultados de la *evaluación* de los 21 ítems de riesgos químicos (**Anexo B**), señalan 4 respuestas el primer grupo, 7 en el segundo, 9 en el tercero y 1 en el cuarto.

En consecuencia, los porcentajes correspondiente a la percepción de los trabajadores sobre los riesgos ocupacionales químicos en los laboratorios de química de la ECQ, fueron: 19,1% muy riesgosa, riesgosa el 33,3%, poco riesgosa el 47,8% y sin riesgo el 4,76%.

La interpretación sugiere que, en suma, el 52.4% de los trabajadores encuestados tiene una **percepción riesgosa** frente a los factores de riesgo químico. Se concluye que, predomina la percepción de un trabajo de riesgo ocupacional.

El hecho de existir una percepción del trabajador y trabajadora hacia el inminente **riesgo químico**, identifica este aspecto como un área crítica, porque siendo éste un laboratorio de química, el knowhow y experticia debía ser la seguridad y bajo riesgo químico.

- Los resultados porcentuales obtenidos del software IBM SPSS 23, mediante la técnica estadística *Análisis de Actitudes* de los trabajadores respecto a los riesgos ocupacionales en laboratorios de química, se observan en la Tabla 4-4 (físicos) y Tabla 4-5 (químicos).

Tabla 4-5 Promedio agrupado de Riesgos Físicos (promedio ítems 1 a 17)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Percepción desfavorable	16	80,0	80,0	80,0
Percepción media	4	20,0	20,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

Tabla 4-6 Promedio Riesgos Químicos agrupados (promedio ítems 18 a 38)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Percepción desfavorable	8	40,0	40,0	40,0
Percepción media	12	60,0	60,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

En éste consolidado los resultados son aún más contundentes: el 80% de los trabajadores tienen percepción riesgosa sobre el riesgo físico y de riesgo químico medio.

#### 4.5.2 Análisis ponderado del riesgo

Como prueba estadística para contrastar los resultados, se reordenó la Tabla 4-3 para analizar de forma comparada la evaluación de la percepción.

Se construyó la tabla 4-6 para el análisis por los riesgos físicos (17) y químicos (21), cruzando la información con el factor *tipo de trabajador*.

Para dicho análisis con parámetros ponderados, se generó el siguiente medidor:

$$\text{Puntuación del Ítem} = \sum \text{No. respuestas} * \text{valor o categoría asignada (categoría)} / 20$$

Por ejemplo, en el ítem riesgo químico Q10, se obtuvieron 2 respuestas en la categoría 1, 5 en la 2, 9 en la 3 y 4 respuestas en categoría 4; por lo tanto, *Evaluación* = 2.75.

Esta puntuación ponderada se reporta en la última columna de la encuesta (Anexo B).

Tabla 4-7 Análisis ponderado de la percepción del riesgo

Categoría: Riesgo F / Q	Categoría: Tipo de Trabajador			Puntuación Ponderada
	Docente (D)	Estudiante (E)	Laboralista (L)	
F1	4,80	4,70	4,90	4,8
F2	1,10	1,90	1,35	1,5
F3	3,00	3,00	2,55	2,9
F4	2,00	2,20	2,30	2,2
F5	3,15	2,70	3,15	3,0
F6	3,95	3,40	4,20	3,9
F7	2,90	2,80	3,15	3,0
F8	2,15	2,60	2,15	2,3
F9	2,80	3,10	2,95	3,0
F10	4,00	3,65	3,85	3,8
F11	2,40	2,35	1,85	2,2
F12	2,35	2,55	2,30	2,4
F13	3,10	2,95	3,40	3,2
F14	3,50	3,45	3,10	3,4
F15	2,95	3,05	3,00	3,0
F16	3,95	4,00	4,35	4,1
F17	2,70	2,60	2,50	2,6
Q1	4,00	4,05	3,80	4,0
Q2	3,05	2,95	2,55	2,9
Q3	3,80	4,00	3,90	3,9
Q4	4,05	4,15	3,65	4,0
Q5	4,05	3,90	3,75	3,9
Q6	3,75	3,80	4,15	3,9
Q7	4,00	3,75	3,80	3,9
Q8	1,95	1,70	1,45	1,7
Q9	1,65	1,75	1,70	1,7
Q10	2,80	2,95	2,50	2,8
Q11	1,65	1,50	1,20	1,5
Q12	2,00	2,20	2,10	2,1



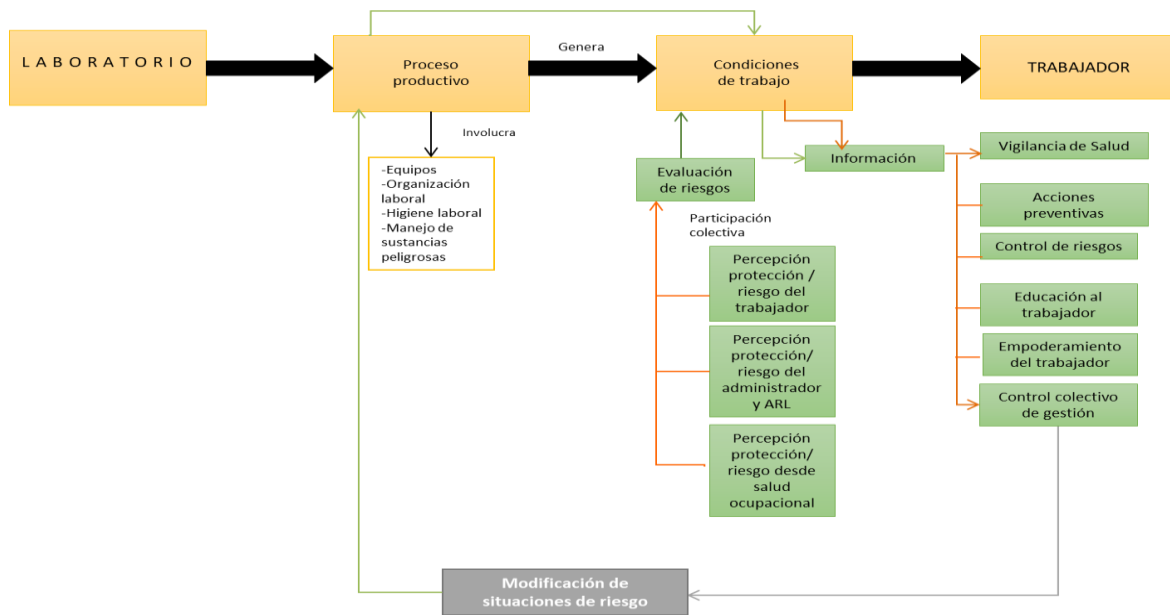
Q13	3,85	3,95	4,20	4,0
Q14	3,45	3,45	3,00	3,3
Q15	4,10	3,90	4,00	4,0
Q16	3,95	3,85	4,20	4,0
Q17	3,00	2,95	2,45	2,8
Q18	3,05	3,10	2,85	3,0
Q19	2,35	2,35	2,50	2,4
Q20	3,95	4,00	4,35	4,1
Q21	2,55	2,60	2,20	2,5

Los resultados son similares a los obtenidos en forma de promedio, sin embargo, presentan una forma alternativa de interpretarlos y aportan una información valiosa porque permite descubrir claramente sobre qué variables y en qué dirección debe centrarse la formación de los trabajadores. Con base en la percepción del riesgo, se propusieron directrices para formular el PVE para implementar técnicas y estrategias más adecuadas para la promoción de la prevención de riesgos laborales y el incremento de la cultura de la seguridad.

## 4.6 Sistema de vigilancia en salud laboral

Como resultado del proceso investigativo objeto de éste trabajo, la autora resume en la Figura 4-7 el procedimiento realizado para generar una orientación para formular el Programa de Vigilancia.

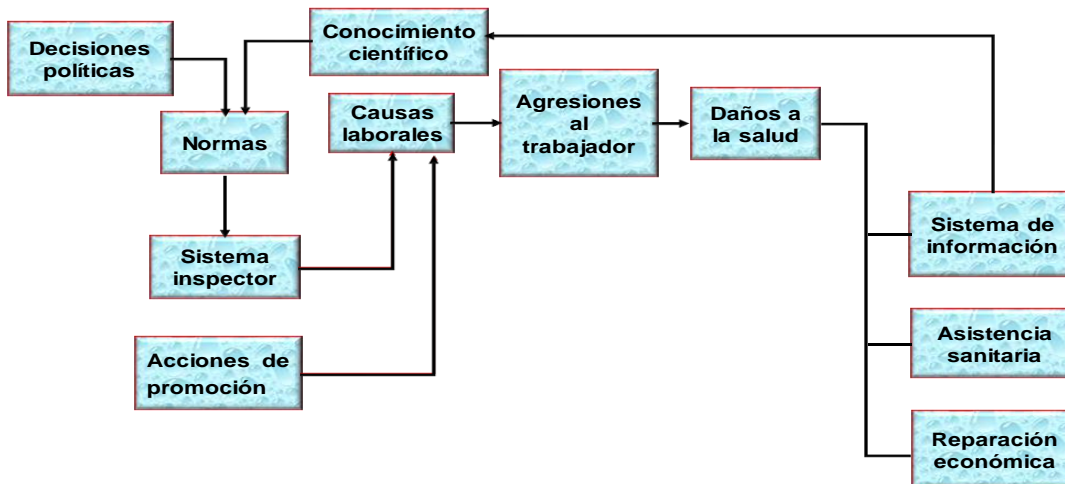
Figura 4-7 Procedimiento para la generación del Programa de Vigilancia



Fuente: Elaboración propia

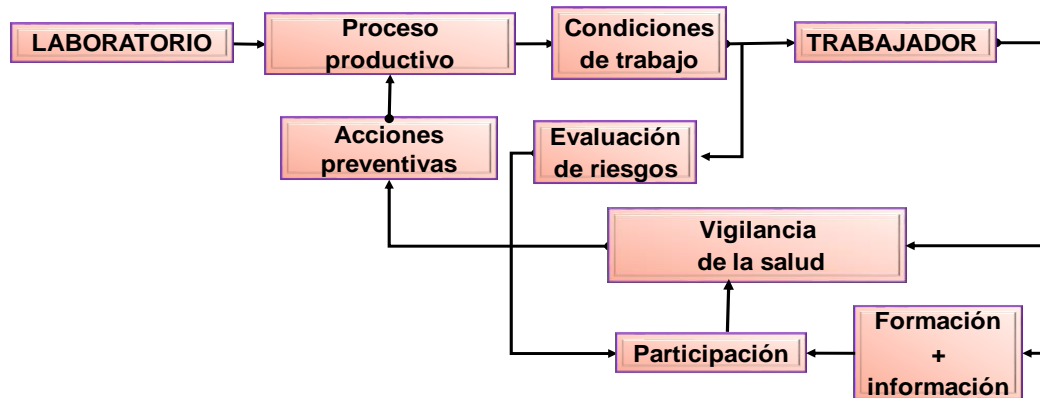
El Plan de Vigilancia se formula en los lineamientos para intervenir en la prevención de los riesgos de exposición. Este paso se realizó conforme a las acciones descritas en los flujogramas de las figuras 4-8 y 4-9.

Figura 4-8 Mecanismos de actuación en prevención de riesgos laborales



Fuente: elaboración propia

Figura 4-9 Mecanismos de intervención en prevención de riesgos en laboratorio



Fuente: elaboración propia

## 4.7 Directrices para la formulación de un Programa de Vigilancia en Salud para trabajadores de los Laboratorios de Química ECQ-UPTC

### 1. Principios Orientadores

El Sistema de Vigilancia de Salud Pública en Colombia, Resolución Ministerial 3113 de 2013, considera el componente de la salud de los trabajadores en los contextos laborales, denominado **ámbito ocupacional**. El componente de vigilancia epidemiológica consiste en el control sistemático de los eventos que guardan relación con la salud en la población **laboralmente activa**, con el fin de prevenir las enfermedades a través del **control de los riesgos profesionales**.

La vigilancia epidemiológica está soportada en dos pilares: Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) y Programa de Vigilancia de la Salud (**PVS**).

El **PVA** monitorea la exposición del trabajador en su puesto de trabajo, identifica agentes de riesgo presentes en el entorno de trabajo, los Grupos de Exposición Similar (GES) y los tiempos de exposición, para realizar evaluaciones que permiten definir la magnitud de los riesgos y formular las medidas de control para evitar que los trabajadores se enfermen.

El PVA se desarrolla en las áreas de Prevención de Riesgos e Higiene Ocupacional.

- La prevención detecta las condiciones de riesgo en los lugares de trabajo, realizando las actividades de identificación de riesgos y formulación de medidas de control a nivel primario, mediante evaluación cualitativa que incluye percepciones y listas de chequeo.

- La higiene ocupacional efectúa evaluaciones ambientales para determinar las magnitudes de los riesgos y, en función de esto, definir medidas de control específicas.

El **PVS**, denominado Programa de Vigilancia Epidemiológica de los Trabajadores (**PVET**), apunta a verificar las condiciones de salud frente a agentes de riesgo específicos, de tipo físico, químico y ambiental, el cual se mide por la exposición desde el punto de vista biológico, en muestras de sangre y orina para medir sustancias denominadas “indicadores biológicos” o a través de pruebas audiométricas, espirometrías, radiografías e imágenes diagnósticas, que se contrastan con límites de tolerancia definidos por la literatura científica y normalizados por el Ministerio de Salud y de la Protección Social.

Dado que, la Vigilancia de Salud, debe ser preventiva o activa, para identificar datos y consolidar información que prevenga la alteración de salud en la población trabajadora; *debe ser aplicada después de conocer las condiciones de exposición en el lugar de trabajo*, se propone como estrategia de direccionamiento para la ECQ, un proceso regular y continuo de observación e identificación de las principales características de la morbilidad, mortalidad y accidentalidad en los trabajadores, a través de un instrumento de planeación, ejecución y evaluación, tendiente a garantizar la salud laboral, que por afinidad con la norma ministerial, se proyecta como Programa de Vigilancia en Salud Ocupacional (PVET).

El programa deberá ser soportado en la trazabilidad aportada por exámenes médicos, la evaluación periódica de agentes contaminantes, factores de riesgo y tendencia de las enfermedades profesionales, accidentes de trabajo y ausentismo por enfermedad común; con el seguimiento riguroso para verificar que los controles sí se han implementado, o si requieren reformulación, en respuesta a los cambios del proceso o nuevas alternativas.

## **2. DENOMINACIÓN**

Directrices para la formulación del Programa de Vigilancia en Salud de Trabajadores (**PVST**) de los laboratorios de química de la UPTC, para intervenir la exposición a los riesgos físicos y químicos.

## **3. OBJETIVOS**

- Promover la protección de salud, prevención de accidentes laborales y enfermedades laborales secundarios a la exposición a riesgos físico y químicos de los trabajadores de laboratorio de química de la UPTC

- Direccional un documento guía estandarizado de vigilancia/seguimiento de exposición a factores de riesgo fisicoquímico en laboratorios académicos de química de la UPTC.
- Relacionar los puestos de trabajo con los niveles reales de exposición y frecuencia, que permita identificar los trabajadores en riesgo y la prioridad en medidas de intervención.
- Prevenir posibles casos de toxicidad (sustancias químicas) en trabajadores expuestos.
- Orientar las acciones administrativas de la ECQ, respecto a epidemiología ocupacional, para intervenir en el control y minimización de los factores de riesgo en los laboratorios de docencia e investigación, que prevengan patologías de enfermedad profesional.
- Promover la educación en temas de salud del trabajador, riesgos y enfermedad laboral.

#### **4. ALCANCE**

El **PVST** está dirigido hacia los riesgos físicos y químicos en los laboratorios de química.

#### **5. POBLACIÓN OBJETIVO**

Trabajadores oficiales, empleados públicos, laboratoristas, docentes de planta, docentes ocasionales, catedráticos y estudiantes, expuestos en los laboratorios de química UPTC, que presenten riesgo en actividades de investigación aplicada o científica.

#### **6. ANÁLISIS DE RIESGOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL ÁMBITO OCUPACIONAL**

De conformidad con los Estándares Ocupacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo Versión 2, y previa caracterización de la exposición (como se realizó en ésta investigación), se debe proceder con la evaluación de efectos adversos para la salud del trabajador de laboratorio (Organización Iberoamericana de la Seguridad Social OISS, 2016). El propósito es valorar objetiva y cuantitativamente el riesgo potencial para la salud.

El proceso de evaluación consiste, en comparar los valores obtenidos con unos niveles de referencia objetivos que indicarán si los valores se sitúan por debajo de ese nivel de referencia o en valores superiores a los admitidos. Los niveles de referencia se clasifican en criterios ambientales (basados en parámetros físico-químicos) y en criterios biológicos que toman como referencia parámetros presentes en los fluidos corporales (sangre u orina) o en el aire exhalado; a partir de lo cual se estructurara el Programa de Vigilancia de la Salud.

En el escenario pesimista, se debe buscar un diagnóstico orientado hacia: toxicidad aguda por ingesta o aspersión; irritación cutánea por corrosión; irritación ocular, conjuntivitis, pterigio, lesiones oculares graves; morbilidad permanente post-sensibilización respiratoria o cutánea; mutagenicidad por inhalación y contacto; carcinogenicidad por inhalación y contacto; toxicidad con afectación sobre la fertilidad, reproducción y lactancia; toxicidad sistémica específica de órganos diana en exposición única y en exposiciones repetidas; peligros por aspiración y para la capa de ozono.

Las categorías de riesgo permiten para clasificar los riesgos como:

- Físicos: explosivo, comburentes, muy inflamables, fácilmente inflamables, inflamables.
- Químicos: muy tóxico, tóxico, nocivo, corrosivo, irritante, sensibilizantes, carcinogénico, mutagénico, tóxico para la reproducción.
- Biológicos: No evaluado en el presente trabajo. Se sugiere su evaluación.

La Tabla 4-6 resume las condiciones ocupacionales en laboratorios de química de la ECQ-UPTC, desde la mirada de dominios y procesos protectores-destructivos dada por (Breilh, 2013) y (Betancourt, 1995), a partir de los cuales se construye el programa de vigilancia.

Tabla 4.6 Descripción de condiciones ocupacionales en los laboratorios			
Dominio		Procesos Protectores	Procesos Destructivos
General		Normatividad General	No hay legislación específica para protección de la salud de los trabajadores de los laboratorios de química (revisión fuente secundaria)
Particular - Modos de vida (colectividad)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación general ARL.</li> <li>- Guías de laboratorio donde se definen pautas de comportamiento, higiene industrial, materia prima a utilizar, funciones de las personas durante la práctica.</li> <li>- Seguimiento del plan de trabajo señalado en el anteproyecto de grado en el caso de estarlo desarrollando.</li> <li>- Existen protocolos de acción en caso de emergencia.</li> <li>- Protocolo de manejo de residuo tóxico, recolección y disposición final.</li> <li>- Retroalimentación de los procesos productivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausencia de definición de procesos productivos</li> <li>- No existen áreas ni procesos para manejar cargas mentales y fatigas.</li> <li>- Mantenimiento de equipos periódicos, pero no de rutina.</li> <li>- Falta de información sobre potencial carcinogénico de las sustancias de trabajo.</li> <li>- Falta de información sobre las enfermedades ocupacionales a las que están expuestos.</li> <li>- Instalaciones insuficientes que propician situaciones de riesgo de combustión.</li> <li>- Elementos protectores insuficientes que aumentan tiempo-cantidad exposición a factores de riesgo.</li> </ul>
Individual - Estilo de vida	Docente	- No evidenciada	- Acciones repetitivas
	Laboratorista	- No evidenciada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja rotación laboral</li> <li>- Jornada continua 6-8 horas, con pausas insuficientes para mitigar cargas metales y fatiga.</li> <li>- Posturas corporales que propician riesgos ergonómicos</li> </ul>
	Estudiante	- No evidenciada	- Limitación del suministro de elementos bioseguros.
Organismo fisiológico – fisiopatológico	Docente	- No evidenciada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lesiones cutáneas.</li> <li>- Irritación ocular.</li> <li>- Disconfort respiratorio.</li> <li>- Infección respiratoria aguda.</li> <li>- Ansiedad por accidente laboral previo.</li> <li>- El 64.7% de los trabajadores reportan trabajo riesgoso por exposición a factores físicos</li> <li>-El 52.4% de los trabajadores consideran trabajo riesgoso por exposición a factores químicos.</li> </ul>
	Laboratorista		
	Estudiante		

### 7. SENSIBILIZACIÓN.

Conceptualización sobre la importancia de la identificación, intervención y control de los factores de riesgo químico y físico. La estrategia comunicacional debe hacerse desde la

administración hasta el personal que se expone a riesgos físicos, manipulación y segregación de sustancias usando como mediador: reuniones, videos, simulacros, folletos, mejor señalización (especificidades), links en sitios web, incluyendo blogs entre otros.

## **8. DESARROLLO DEL PVST PROPUESTO**

Dependiendo de las enfermedades reportadas por los trabajadores o diagnosticadas como las de mayor ocurrencia incapacitante, se direcciona el correspondiente PVST.

En este caso estudiado UPTC, las tres enfermedades fueron: migraña severa, enfermedad respiratoria aguda, rinitis e irritación ocular (conjuntivitis irritativa).

En esta fase del desarrollo del PVST, se procede con: recopilar información, analizarla, realizar la intervención de la población trabajadora y activar la verificación y seguimiento.

**8.1 Recopilación de información.** Se realizara a través de fuentes de información:

Fuentes médicas: Se aplicará monitoreo biológico con evaluación médica ocupacional, apoyada en exámenes y pruebas complementarias de forma periódica, de acuerdo con los indicadores biológicos definidos, reporte de accidentes laborales, enfermedades laborales diagnosticadas o en estudio (incidencia y prevalencia), grado de discapacidad y ausentismo secundario, exacerbacion de patologías de base por exposición a factores de riesgos físicos y químicos; reporte de mortalidad por causas laborales. Se proponen como pruebas complementarias al examen clínico y demás establecidos para la actividad laboral:

- Espirometria para el control periódico de posible enfermedades respiratorias.
- Función hepática: Transaminasas séricas, fosfatasa alcalina y bilirubina.
- Función renal: Creatinina y ácido uréico en sangre (BUN)
- Medicion de niveles séricos de metales pesados y radiación según la exposición.

Resultado de evaluación periódica de agentes generadores de riesgos: matriz de riesgo.

Comprende los aspectos que se describen a continuación y una seccion para evaluacion de riesgo y medidas de intervencion.

- Ubicación, frecuencia, duración e intensidad de la exposición.
- Cumplimiento de protocolo de manejo de sustancias peligrosas.



- Uso adecuado de elementos de protección personal según el nivel de riesgo al que el trabajador este expuesto
- Uso adecuado de medidas de descontaminación: uso de duchas según el caso.
- Medición periódica de concentración de agentes tóxicos en el ambiente de laboratorio.
- Existencia de controles: Frecuencia y sujeto (fuente, medio o individuos).
- Evaluación periódica del estado de las instalaciones y los equipos manipulados por la población objetivo.

Diligenciamiento periódico de cuestionario de percepción de riesgo por cada persona que haga parte del grupo objetivo. Podría ser usado el instrumento del estudio (Anexo B).

Diligenciamiento del formato de sugerencias para mejorar las condiciones laborales en el entorno inmediato y aquellas que afecten al colectivo (Anexo F).

**8.2 Análisis de la información obtenida.** Identificación de todos los riesgos y sustancias químicas utilizadas en los sitios referidos, cuyo orden de jerarquización establezca como prioridad las sustancias clasificadas con riesgo leve, moderado y crítico; cuya exposición se clasifican en agudas, subagudas y crónicas, según su duración y frecuencia.

Valoración de riesgos:

*Riesgo por inhalación de contaminantes* en forma de material particulado, neblinas y gases; a partir de 4 variables: peligro, volatilidad, procedimiento y protección colectiva. Evaluación de riesgo por contacto de los agentes químicos con la piel, vía de absorción para penetrar al organismo; se realiza a partir de las variables: peligro, concentración del contaminante en el medio, superficie del cuerpo expuesta y frecuencia (duración de la exposición). Se evaluará:

- Nivel de riesgo: como el producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia establecido hasta el momento.
- El nivel de riesgo se obtiene a través del producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición

*Riesgo físico por emisiones e incendio*, con base en los factores de equipos, altas temperaturas y presiones, combustibles, comburente y foco de ignición; se valora las condiciones ambiente e inflamabilidad en las posibles áreas de acuerdo con el riesgo de

ignición para cada uno de los productos químicos utilizados en los laboratorios, plantas y depósitos de residuos en la ECQ-UPTC. Se evaluará:

- Nivel de riesgo: como el producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia establecido hasta el momento.
- Cálculo del nivel de riesgo: producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición

*Definición de criterios de aceptabilidad:* Dados por la política de salud ocupacional de la institución, aspectos operacionales y lo referido por los trabajadores teniendo en cuenta su experiencia en el área laboral y aspectos definidos previamente con aceptables pero que deben ser reevaluados

*Determinación cuantitativa de los controles realizados:* ¿adecuados y suficientes?

### **8.3 Plan de intervención**

Medidas de intervención: Se refiere a la necesidad de realizar cambios en las instalaciones para minimizar la exposición a riesgos físicos y químicos para lograr una protección colectiva existentes en cada área. Entre otras, se definirá la necesidad de realizar:

- Acciones de eliminación del peligro y atención en el nivel de primeros auxilios.
- Controles de ingeniería: como cambio en el sistema de ventilación, necesidad evidente durante el desarrollo de esta investigación.
- Controles Administrativos: necesarios para detectar y atender el problema de exposición directa o indirecta al riesgo, previa capacitación y seguimiento, sobre las condiciones de salud y sus manifestaciones como enfermedad laboral incapacitante o permanente.
- Apropiación y administración objetiva de equipos de seguridad, acordes al nivel de riesgo y evaluación periódica de su estado, para no generar una falsa percepción de seguridad.

Creación de protocolos de seguridad para almacenar y manipular sustancias químicas identificadas como críticas-muy críticas. A través de acciones estratégicas que contribuyan a mejorar la actitud de los funcionarios frente al riesgo químico y físico. Por ejemplo realizar limpieza periódica de los mesones, locales y puestos de trabajo, dada la presencia de vertidos o derrames, con nuevos focos de contaminación dispersa en áreas adyacentes.

Para los productos químicos peligrosos: identificación de las moléculas, composición e información sobre los componentes (propiedades fisicoquímicas); medidas de lucha contra

incendios y eventos de vertido accidental; manipulación y almacenamiento; controles de exposición y protección individual recomendada; estabilidad y reactividad; información toxicológica; información ecológica; consideraciones relativas a eliminación; informaciones relativas al transporte e informaciones reglamentarias.

Condiciones de salud. Implementación de protocolo de manejo, tratamiento y rehabilitación (por enfermedad profesional), para garantizar la salud del trabajador, en coordinación con las políticas, acciones e intervenciones de la ARL.

**8.4 Verificación y seguimiento**

En esta etapa se contrasta si las sugerencias realizadas se llevaron a cabo.

Responsable: Se ejecutará seguimiento por parte del Director de Escuela y el Coordinador de Laboratorios para verificar el cumplimiento de los protocolos y planes, tomando decisiones continuas sobre nuevas propuestas para fortalecer las ejecutadas.

Frecuencia: Periodicidad semestral para el control ambiental y de un año para evaluar efectos en salud de seguimiento de las personas expuestas. Si existe eventos agudos estos deberan evaluarse inmediatamente para tomar medidas prioritarias o urgentes.

Registro: Usando matrices de información, se sistematizan las actividades desarrolladas: actividad, responsable, recursos humanos-institucionales, fecha ejecución.

Actualización de conceptos e instrumentos de medición de riesgo (nuevas tecnologías).

Factor de riesgo	Fuente	Efecto posible	Criterio de valoración	Interpretación	Recomendación

Evaluación: Contrasta las actividades programadas vs. las ejecutadas, usando indicadores de impacto por cada actividad. El impacto explicita el comportamiento tanto de los riesgos, condiciones ambientales como de salud de la población expuesta, de control a mediano y largo plazo, incluyendo registros de ausentismo por enfermedad común, accidente de trabajo, enfermedad profesional e índice de lesiones incapacitantes.

- Indicadores de evaluación en la ejecución de actividades:

Proporción de empleados con evaluación médica = (Empleados con evaluación médica / Total de empleados de la empresa) \* 100

- Evaluación de los resultados:

Incidencia= (No. casos nuevos diagnosticados / No. total de trabajadores expuestos) \* 100

Prevalencia = (No. casos existentes) / No. total de trabajadores expuestos) \* 100

Índice de frecuencia = No. de enfermedades por riesgo fisicoquímico en el periodo / Total horas trabajadas por empleado

Índice de severidad = No. eventos de ausencia a causa enfermedad-riesgo fisicoquímico en el último año / No. de horas-trabajador expuesto en el último año

- Indicadores de impacto. Se evaluará cobertura, eficacia, eficiencia y efectividad.

- Indicadores de cobertura. No. de trabajadores con necesidad de recibir atención / No. promedio de trabajadores en el período.

Se analiza para acciones globales de todo sistema y por acciones específicas diagnósticas, exámenes médicos, capacitación; en especial en los siguientes indicadores:

- *Cobertura* = No. de trabajadores que recibieron la actividad de salud en el año
- *Atención* = (No. de trabajadores atendidos enfermos por exposición al riesgo fisicoquímico en el año / No. trabajadores con factores de riesgo promedio en el año) x 100
- *Rotación* = No. de trabajadores reubicados por enfermedad secundaria a exposición riesgo fisicoquímico/ No. de trabajadores que debieron ser reubicados x 100
- *Eficiencia* = La eficiencia se refiere a la aplicación de recursos (presupuesto ejecutado) para el conjunto de necesidades establecidas
- *Efectividad*. Es el resultado de acciones del sistema de vigilancia sobre los trabajadores, que consiste en analizar la situación antes y después de ejecutar las actividades estipuladas por el Programa. Se realiza a través de la comparación de indicadores.
- *Productividad* = No. de actividades realizadas por PVS de trabajadores expuestos / No. de actividades programadas en un periodo de tiempo.
- *Comunicación de resultados*. Reuniones de socialización frente a grupo de trabajadores en general, registrando en la minuta de seguimiento, las sugerencias y comentarios con respecto a las medidas tomadas y, la repercusión directa en el colectivo de trabajadores.

## 9. REGISTROS

Para asegurar la trazabilidad de todo el proceso desarrollado en el PVST, debe crearse una base de datos y sistematizarse, para registrar la información relevante sobre:

- Relación de instalaciones, maquinaria, equipos de trabajo o artefactos (montajes), que pueden generar potencial exposición a contaminantes químicos y al riesgo físico.
- Listado de distribución de trabajadores potencialmente expuestos, con exhaustiva precisión sobre el área, puesto de trabajo y tarea que realiza.
- Relación de fichas de seguridad química de todos los productos utilizados y residuos.
- Listado: equipos de muestreo y medición usados en actividades de investigación científica
- Registro de calibración de los equipos de muestreo y medición.
- Registro de identificación y envío de muestras a los laboratorios de análisis.
- Relación de medidas de control técnico implementadas por acondicionamiento de equipo robusto o montajes que pueden generar potencial exposición a contaminantes químicos.
- Relación de medidas de control organizativas y de gestión, en ejecución.
- Relación de equipos de protección individual especializado facilitado a los trabajadores.
- Recursos técnicos, humanos y económicos invertidos en el mantenimiento, clasificándose como predictivo, preventivo y correctivo.
- Programa de seguimiento y control realizado, tanto interno como externo.

## **10. DIVULGACIÓN ACADÉMICA**

Un Programa de Vigilancia Epidemiológica de la Salud de los Trabajadores tiene dos ejes centrales: el seguimiento a los componentes ambientales, en este caso reconocimiento, medición e interacción sobre los riesgos físicos y químicos en el laboratorio y el otro, el seguimiento y evaluación de la situación de salud de los trabajadores en relación a los riesgos físicos y químicos. El programa entonces debe definir claramente qué sigue, cómo sigue y cómo evalúa los efectos de lo intervenido.

Dado que la información sobre los riesgos, medidas preventivas y resultado de vigilancia de la salud de los trabajadores en los laboratorios de química es reducida, se propone divulgación de resultados a través de ponencias nacionales y artículos científicos.



## 5. Conclusiones y recomendaciones

La percepción de riesgos físicos y químicos de los trabajadores de los laboratorios química de la UPTC inicia desde el momento de la preparación de la práctica del laboratorio, la revisión preparación de materiales, soluciones y equipos a utilizar. La percepción de riesgo de los estudiantes dentro del laboratorio se presenta durante el desarrollo de la práctica y al momento de la disposición de residuos.

La exposición diaria (promedio) al riesgo, declarada por los trabajadores es: 6-9 horas diarias en laboratorios de docencia, 4-6 horas en laboratorios de investigación; 4-6 horas en plantas piloto y 2-4 horas en investigación, para un promedio general (aritmético) de 5 horas diarias, es decir, de 20 hora/semana.

El análisis de percepción de riesgo por cada grupo de trabajadores mostró que es mayor en el grupo de docentes y menor en el grupo de laboratoristas.

La percepción de riesgo de los trabajadores es desfavorable para ambos tipos de riesgos: para el 65% es desfavorable frente al riesgo físico y para el 52.4% sobre el riesgo químico.

Los trabajadores perciben a la radiación, la ventilación y la exposición a la presión en el área laboral como factores físicos riesgosos. Quienes estuvieron así afectados, consideran que los efectos de exposición a sustancias químicas, han tenido impacto sobre su salud, con eventos patológicos referidos como: infección respiratoria aguda, irritación ocular, lesiones cutáneas y estado de ansiedad por accidentes menores.

Este riesgo está presente en varios momentos del proceso laboral: para los docentes el riesgo es latente por exposición directa al momento del seguimiento y control de la práctica en el puesto de trabajo del estudiante; mientras que el grupo de laboratoristas considera que el riesgo existe desde el momento de preparación de materiales para la práctica hasta la disposición de los residuos y organización del área de trabajo cuando finaliza el proceso.

En el proceso productivo, los puntos críticos son: las instalaciones no adecuadas para el desarrollo de la actividad laboral riesgosa y la protección personal insuficiente. Contar con

elementos de protección insuficientes e inadecuados aumenta la exposición a sustancias químicas que se absorben por vía cutánea, ocular e inhalatoria, manifestándose con mayor frecuencia en patologías respiratorias por inhalación de vapores, gases y humos.

Respecto a las instalaciones se observó que el almacenamiento de las sustancias químicas no era muy seguro, la ubicación no estaba diferenciada según la compatibilidad química, lo cual favorecería una combustión espontánea. Así mismo, existe cercanía física de los laboratorios de química con uno de medicina veterinaria donde se manipulan elementos citotóxicos y metales pesados, que genera riesgo por exposición indirecta del trabajadores. El mantenimiento de los equipos es periódico, pero no rutinario.

Respecto al proceso se identificó que los planes de mejoramiento del proceso laboral son unidireccionales (desde la gestión administrativa) y no involucran la experiencia de los trabajadores, es decir no son producto de la gestión colectiva.

Existe desconocimiento sobre el potencial carcinogénico o tóxico de sustancias químicas manipuladas por los trabajadores.

A través del estudio también se identificaron algunos factores que disminuyeron la percepción de riesgo de los trabajadores, denominados en la literatura como *factores protectores*, porque sugieren la mitigación del riesgo. Estos factores involucran varios momentos y elementos del proceso productivo entre ellos las instalaciones que cuentan con equipos accesibles al usuario: duchas para lavado ocular y general, evacuación de gases en las campanas extractoras, ventilación básica para la salida de polvo y humos; sin embargo, son percibidos como insuficientes, no permanentes e inadecuados.

En la actividad laboral diaria, los laboratoristas tienen acceso a un tiempo de descanso en cada jornada (mañana y tarde), lo cual es percibido como muy positivo, por tratarse de un *factor protector* o mitigador de riesgo.

La educación brindada al trabajador por medio de campañas dirigidas por la ARL y la socialización de los protocolos de higiene industrial según el tipo de actividad que realice y el riesgo a la exposición, es percibida favorablemente, aunque considerada insuficiente. De la misma manera es aplicada rigurosamente por los trabajadores. El conocimiento de las potenciales afectaciones a su salud, y los factores de riesgo a los que están expuestos, generan empoderamiento de los trabajadores, porque el nivel de información relevante.



La percepción de riesgos físicos disminuye cuando existe una clara identificación de los mismos y cuando existen políticas de atención y mejoramiento de la higiene industrial.

Por medio de los diferentes instrumentos fue posible identificar sugerencias del grupo de trabajadores en momentos específicos del proceso, sin embargo la sugerencia colectiva fue la incorporación de medidas y elementos de protección personal, similar a las usadas en la industria, para mitigar el riesgo. Esta medida corresponde al nivel ejecutivo, porque debe darse desde la planeación financiera, hasta la coordinación de prácticas académicas.

La caracterización de los factores de riesgo físico y químico en cada proceso productivo, en los laboratorios de docencia e investigación científica, permitió aportar elementos para conocer la relación causa-efecto respecto a los efectos adversos sobre la salud laboral de los trabajadores.

En la UPTC sí existió voluntad para acoger los planteamientos prioritarios en prevención y promoción de salud y seguridad en el trabajo que desarrollan los trabajadores y estudiantes en los laboratorios de química; proyectando los resultados obtenidos de los factores de riesgo físico y químico, exigencias y eventual patología laboral para intervenir directamente en la propuesta de un programa de vigilancia, cuyo propósito es el bienestar y la salud colectiva hacia un modelo de vigilancia epidemiológica ocupacional, con la implementación de medidas de intervención, inversión financiera y gestión administrativa.

Se espera que IES, tal como es el caso UPTC, se vean hacia adentro como organizaciones con similares características (manejo de procesos, sustancias químicas y ambientes con exposición-riesgo) de empresas productivas y den cumplimiento legal en seguridad y salud en el trabajo, como si se tratara de empresas con problemáticas similares (las IES no son organizaciones sui generis); de esa forma, se labore con un manejo ordenado, juicioso y efectivo de intervenciones planeadas para la seguridad y salud de los trabajadores.

## **5.1 Recomendaciones**

La UPTC, se requiere incluir en el Plan de Desarrollo de la Facultad de Ciencias Básicas un proyecto estratégico que promueva y asigne recursos de ejecución para la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos, en el marco del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, a implementar en pro del bienestar integral del colectivo docente y la calidad educativa. Esto puede operacionalizarse con nuevos estudios cualitativos, en donde los docentes pueden compartir sus propias experiencias, los recursos que

consideran más relevantes y los proyectos, innovaciones y mejoras que han obtenido buenos resultados en la práctica docente del laboratorio expuesto al riesgo.

Las instituciones de educación superior, específicamente la UPTC, deben coadyuvar estos procesos con las funciones misionales que las determinan, para perceber en el logro de la calidad de vida de sus trabajadores y trabajadoras, así como de la salud pública colectiva para su empoderamiento sanitario y de frente hacia una universidad crítica que lidere y ejecute: el impulso del conocimiento e investigación crítica; desarrollo de instrumentos técnicos para la operación de cambios hacia la vida saludable; avance de herramientas para el control social, veeduría y rendición de cuentas de los responsables de las políticas y la gestión; consolidación de mecanismos de construcción intercultural e interdisciplinaria de la investigación-incidencia.

Extrainstitucionalmente, es necesario y urgente desarrollar una segunda fase de ésta tesis, una evaluación cuantitativa para obtener estimaciones periódicas más confiables de la exposición y clasificar por cuartiles de riesgo a los laboratorios académicos de la ECQ-UPTC, usando la metodología de índices: de peligrosidad, de riesgo global por sustancias utilizadas, del laboratorio y el índice relacionado con la persona. Así se establecerían otros criterios de peligrosidad: sustancias vs. procesos vs. personas, que permitan verificar la efectividad de las medidas de control para alertar sobre patrones-tendencias, a fin de adoptar medidas preventivas sobre eventuales exposiciones, fijando el valor de la unidad de tiempo como un bimestre, sobre los Grupos de Exposición Similares GES. Para ello, el elemento vital es la disponibilidad inmediata de resultados analíticos de muestra realizadas en un laboratorio certificado y con la infraestructura para practicarlos en forma oportuna.

Como trabajos futuros se sugiere la realización de estudios sobre los siguientes temas de investigación: Daño temprano por exposición a sustancias tóxicas; efectos de los riesgos físicos del ambiente laboral sobre la salud y calidad de vida; procedimientos para el pronóstico de efectos negativos a la salud en poblaciones expuestas a riesgos laborales; nuevos protocolos soportados con tecnología de punta para la evaluación de las alteraciones de salud y efectos negativos por la actividad laboral.





## Referencias Bibliográficas

- Ademys. (2011). *Salud y condiciones de trabajo en el sector docente: diagnóstico y respuestas posibles*. Buenos Aires: Ademys Asociación Docente.
- Azpiri, J. R. (2012). Efecto de la modificación en los parámetros de emisión de Rayos X y la educación del médico sobre la dosis de radiación emitida durante los procesos de intervencionismo endovascular coronario. *Tesis Doctoral en Medicina*. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Bermudez-Alvear, R., Martínez-Arquero, G., Barón, F., & Hernández-Mendo, A. (2010). An interdisciplinary approach to teacher's voice disorders and psychosocial working conditions. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 62(1-2), 24-34.
- Bernard, H. R. (1994). *Research Methods in Anthropology* (Cuarta edición ed., Vol. I). Oxford, Reino Unido: Altamira Press.
- Betancourt, O. (1995). *La salud y el trabajo. Reflexiones teórico - metodológicas: monitoreo epidemiológico y atención básica de la salud*. Quito: Centro de Atención en Salud CAS/OPS.
- Breilh, J. (2013). La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva). *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, S13-S27.
- Delgado, D. L. (2012). Riesgos derivados de las condiciones de trabajo y de la percepción de salud según el género de la población trabajadora en España. *Tesis Doctoral*. Alcalá de Henares: Universidad dAlcalá de Henares.
- Díaz, E. (2009). Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes. *Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de ingeniería nuclear*, 123-134.
- Gutiérrez, Ana María; Ministerio de Protección Social. (2011). Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional para el proceso de evaluación en la calificación de origen de enfermedad.
- Hernández, C., Orozco, E., & Arredondo, A. (2012). Modelos conceptuales y paradigmas en salud pública. *Modelos conceptuales y paradigmas en salud pública*.
- IBM. (2015). Guía del usuario de IBM SPSS Statistics 23 Core System.

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (15 de 12 de 2010). *Norma Técnica Colombiana GTC 45*. Obtenido de <http://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Kawulich, B. (Mayo de 2005). La observación participante como método de recolección de datos. *Forum: Qualitative Social Research*, 6(2).
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2017). *Ministerio de Salud y Protección Social*. Recuperado el 26 de Mayo de 2017, de Salud Pública: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/Paginas/salud-publica.aspx>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2017). *Salud Ambiental*. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/Salud-ambiental.aspx>
- Ministerio del Trabajo de Colombia. (2013). *Informe Ejecutivo - II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Laborales*. Bogotá: Grafiq Editores.
- Olsson, D., Mogren, I., & Forsberg, B. (2013). Air pollution exposure in early pregnancy and adverse pregnancy outcomes: a register-based cohort study.
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Publicaciones Cepal. Recuperado el 15 de Junio de 2017, de Objetivos de desarrollo sostenible: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización de Naciones Unidas. (28 de Abril de 2017). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Más de 2 millones de personas mueren en su lugar de trabajo cada año: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/04/mas-de-2-millones-de-personas-mueren-en-su-lugar-de-trabajo-cada-ano/>
- Organización Iberoamericana de la Seguridad Social OISS. (2016). *Metodología para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos. Estándares de Seguridad y Salud en el Trabajo EOSyS-09, Versión: 02-2016*. Madrid: OISS. Obtenido de <http://www.oiss.org/estrategia/IMG/pdf/EOSyS-09-v2.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (1993). *Para la investigación sobre la salud de los trabajadores* (Vol. 1). (A. C. Laurell, Ed.) Washington, DC, EUA: PALTEX.
- Organización Panamericana de la Salud. (2002). *Para la investigación sobre la salud laboral de los trabajadores*. Washington: Serie Paltex-Salud y Sociedad 2000.

- Pérez, L. Y. (2013). Diseño de un sistema de vigilancia ocupacional para la prevención de efectos sobre la salud derivados de la exposición ocupacional a mercurio inorgánico, en una empresa de Cundinamarca. *Tesis de Maestría en Salud Ocupacional*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Perkins, J. (2006). *Modern Industrial Hygiene - Recognition and Evaluation of Chemical Agents* (Vol. 1). New York: ACGIH.
- Ramírez, L. (2002). *Teoría de Sistemas de vigilancia*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Saenz, G; Grau, R; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2013). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo.
- Sicilia-Gutiérrez, F. (2012). La peligrosidad en laboratorios químicos: método para su evaluación y clasificación. *Doctorado en Ciencias*. Granada, España: Universidad de Granada.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. London: Sage. London: Sage.
- Torres, M. H., & Luna, J. (2008). *Informe Cotinental sobre la Situación del Derecho a la Salud en el Trabajo, 2008*. Asociación Latinoamericana de Medicina Social, Red de Salud y Trabajo, Bogotá.
- Torres, M. H., & Luna, J. E. (22 de Abril de 2017). Enfermedades y accidentes laborales, pandemia oculta. *UN periódico*. Obtenido de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/enfermedades-y-accidentes-laborales-pandemia-oculta.html>
- Universidad Nacional de Colombia. (2012). *Manual de seguridad para laboratorios*. Obtenido de [http://www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/userfiles/files/MANUAL%20DE%20SEGURIDAD%20LABORATORIOS%2031-10-2012\\_final\(1\).pdf](http://www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/userfiles/files/MANUAL%20DE%20SEGURIDAD%20LABORATORIOS%2031-10-2012_final(1).pdf)
- Vicedo, A. M. (2013). Exposición a temperaturas extremas y riesgo de parto pretérmino en Valencia. *Tesis Doctoral en Toxicología, Contaminación y Salud Ambiental*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Young, A. (2003). *Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos vol.1. Prevención de accidentes para estudiantes universitarios*. Madrid: Sociedad Americana de Química 7ª ed.

## A. Anexo: Reactivos químicos tóxicos y potencialmente tóxicos

Los productos utilizados en el laboratorio de química de la UPTC incluyen reactivos analíticos, disolventes, agentes de síntesis y de eventual riesgo cruzado.

### REACTIVOS QUÍMICOS TÓXICOS Y POTENCIAL ACCIÓN CARCINOGÉNICA

#### - Aminas aromáticas

- Naftilaminas.
- Bencidina
- O-Tolidina
- O-dianisidina.

#### - Benceno

#### - Hidrocarburos clorados

- Tetracloruro de carbono
- Cloroformo

#### - Nitrosaminas

#### - Nitrosamidas

- Utilizadas en la generación de diazometano.
- N-nitroso N-metilurea
- N-nitroso N-metil N'-nitroguanidina

#### - Hidracina y derivados

- Metil hidracina

#### - Agentes alquilantes

- Sulfato de metilo
- Metansulfonato de metilo
- Yoduro de metilo.

#### - Colorantes azoicos

- p-Dimetilaminoazobenceno. (Amarillo, indicador pH zona acida.)
- o- aminoazo tilueno.

#### - Tiocompuestos

- Tiourea
- Tioacetamida.

#### - Compuestos cíclicos activos

- Beta- propiolactona.
- Etilenimina

#### - Otros productos nitrosados



- 1-nitroso 2-naftol
- 2-nitroso 1 naftol
- nitroso R sal.

**- Sales y otros compuestos inorgánicos**

- Cromo
- Níquel
- Cadmio.
- Arsénico
- Berilio
- Algunas sales de plomo, tipo fosfato y acetato.

**- Relación de sustancias con potencial de riesgo indirecto, por incompatibilidad química**

Sustancia Química	Incompatible con
Ácido acético	Agentes oxidantes, por ejemplo, ácido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxílicos, glicol de etileno, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos
Acetona	Ácido nítrico, ácido sulfúrico, otros agentes oxidantes
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, flúor, plata, mercurio
Metales alcalinos y alcalinotérreos	Agua, tetracloruro de carbono, otros compuestos hidrocarburos clorinados, dióxido de carbono, halógenos
Amoníaco (anhidro)	Mercurio (por ejemplo, en manómetros), cloro, hipoclorito de calcio, yodo, bromo, ácido fluorhídrico
Nitrato de amonio	Ácidos, metales pulverizados, líquidos inflamables, cloratos, nitritos, azufre, materiales orgánicos finamente divididos o combustibles
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrogeno
Materiales arseniosos	Agentes reductores
Azueros	Ácidos
Bromo	Cloro
Óxido de calcio	Agua
Carbón (activado)	Hipoclorito de calcio, otros agentes oxidantes
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, metales pulverizados, azufre, materiales orgánicos finamente divididos o combustibles
Cloro	Amoniaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, hidrógeno, carburo de sodio, benceno, metales finamente divididos, turpentino
Dióxido de cloro	Amoniaco, metano, fosfina, sulfuro de hidrógeno
Trióxido de cromo	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerol, alcohol, líquidos (Ácido crómico) inflamables
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrógeno
Cianuros	Ácidos

Líquidos inflamables	Nitrato de amonio, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido de sodio, halógenos
Hidrocarburos: butano, propano, benceno	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido de sodio, otros agentes oxidantes
Ácido cianhídrico	Alcalinos
Ácido fluorhídrico	Permanganato de potasio, ácido sulfúrico
Sulfuro de hidrógeno	Óxidos de metales, cobre pulverizado, gases oxidantes
Hipocloritos	Ácidos, carbón activado, amoniaco
Yodo	Acetileno, amoniaco (acuoso o anhidro), hidrógeno
Nitroparafinas	Ácidos, bases, aminas, haluros
Ácido oxálico	Plata, cloritos, urea
Oxígeno	Aceites, grasa, hidrógeno, y otros agentes reductores, incluyendo líquidos, sólidos y gases
Percloratos	Cloratos
Ácido perclórico	Agentes reductores como anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, alcoholes, papel, madera, grasa, aceites
Fósforo (blanco)	Aire, oxígeno, alcalinos, halógenos, óxidos de halógenos, agentes oxidantes
Potasio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Permanganato de potasio	Glicerol, glicol de etileno, benzaldehido, otros agentes reductores, ácido sulfúrico
Sodio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Peróxido de sodio	Alcohol etílico y metílico, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehido, disulfuro de carbono, glicerina, glicol de etileno, acetato de etilo, acetato de metilo, furfural
Sulfuros	Ácidos
Ácido sulfúrico	Permanganatos, agua, disoluciones acuosas, agentes reductores, cloratos, percloratos, ácido nítrico

## B. Anexo: instrumento para recolección de información por tipo de riesgos

### INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA Y LABORAL

1. Género: Masculino \_\_\_ Femenino \_\_\_ Otro \_\_\_
2. Edad: 18 a 25 años \_\_\_ 26 a 35 años \_\_\_ más de 35 años \_
3. Actividad académica y tiempo de ejercicio  
 Estudiante \_\_\_ Tiempo: 3 a 5 años \_\_\_ ; 5 a 10 años \_\_\_ ; más de 10 años  
 Profesor \_\_\_ Tiempo: 3 a 5 años \_\_\_ ; 5 a 10 años \_\_\_ ; más de 10 años  
 Laboratorista \_\_\_ Tiempo: 3 a 5 años \_\_\_ ; 5 a 10 años \_\_\_ ; más de 10 años  
 Joven Investigador \_\_\_ Tiempo: 3 a 5 años \_\_\_ ; 5 a 10 años \_\_\_ ; más de 10 años  
 Tesista \_\_\_ Tiempo: 3 a 5 años \_\_\_ ; 5 a 10 años \_\_\_ ; más de 10 años
4. Estado civil: Soltero \_ Casado\_ Viudo\_ Divorciado\_
5. Nivel de educación: Pregrado\_ Especialización\_ Maestría \_\_\_ Doctorado
6. Tipo de actividad principal que desempeña en el laboratorio de trabajo: académica \_\_\_ investigación, manipulación de reactivos \_\_\_\_, manipulación de residuos químicos \_\_\_
7. Tipo de residuos que maneja: Químicos \_\_\_ Respel industriales \_\_\_ Respel biológicos \_\_\_
8. Horas semanales de trabajo en el laboratorio:  
 0 a 5 \_\_\_ 5 a 10 \_\_\_ 10 a 20 \_\_\_ 20 a 30 \_\_\_ 30 a 40 \_\_\_ más de 40 \_\_\_
9. Tipo de vinculación laboral con UPTC:  
 Planta T.C \_\_\_ Planta M.T \_\_\_ Docente Ocasional \_\_\_ Temporal o provisionalidad \_\_\_
10. Tiempo de trabajo en laboratorios de la ECQ: menos de 1 año \_\_\_ entre 1-3 años \_\_\_ entre 3-5 años \_\_\_ entre 5-10 años \_\_\_ entre 10-20 años \_\_\_ más de 20 años \_\_\_

### Categoría de Análisis No. 1: Riesgos Físicos

No.	Evaluación del trabajador sobre el riesgo físico	1	2	3	4	5	Valor
1	Los riesgos físicos presentes en el laboratorio, asociados con su cargo o actividad, están plenamente identificados por Usted.	-	-	-	4	16	4.80
2	No existen riesgos por exposición a sobrecargas de energía lumínica (solar o UV), con deslumbramientos, reflejos, calor excesivo o de laceración cutánea.	14	3	3	-	-	1.45
3	Existen procedimientos estandarizados para operar prácticas con baños de aceite caliente o que conlleven el uso fuentes de calor (químicas o eléctricas).	-	3	17	-	-	2.85

4	Los procesos con baños congelantes, con líquidos criogénicos, con equipos a presión de vacío y con cadena de frío, están regulados y controlados.	-	18	2	-	-	<b>2.10</b>
5	No está expuesto a radiaciones por debajo de 250 nm o por emisiones provenientes de sistemas de radiación, como equipos robustos.	-	10	10	-	-	<b>3.00</b>
6	Posee un conocimiento suficiente o está entrenado por la UPTC, sobre la magnitud y efecto de las emisiones y radiaciones de equipos en el laboratorio.	-	-	4	15	1	<b>3.85</b>
7	La UPTC posee planes y programas tangibles, para prever y resolver la presencia de los riesgos físicos, eléctricos y por emisiones-radiaciones.	-	4	13	3	-	<b>2.95</b>
8	Existen protocolos para permitir actividades de laboratorio no riesgosas, para una usuaria en estado de embarazo.	-	16	2	2	-	<b>2.30</b>
9	Está cualificado para asumir las condiciones de riesgo y sus efectos adversos sobre su salud, que le generan la exposición física propia de su cargo.	-	3	15	2	-	<b>2.95</b>
10	En el laboratorio, existen condiciones, elementos bioseguros y reentrenamiento, para enfrentar los riesgos físicos identificados y probables contingencias.	-	6	13	1	-	<b>3.85</b>
11	Su actividad laboral no le ha generado enfermedades profesionales o incapacidades mayores a tres días.	-	16	4	-	-	<b>2.20</b>
12	Para atender incidentes y accidentes, existe un canal de comunicación seguro e inmediato con las dependencias internas de salud ocupacional en la UPTC.	-	12	8	-	-	<b>2.40</b>
13	La UPTC diseña y aplica programas especializados, para la prevención de riesgos físicos y control de su salud.	-	3	13	2	2	<b>3.15</b>
14	Las condiciones ambientales de humedad y circulación del aire (ventilación), son adecuadas para Usted en su trabajo, dentro del laboratorio.	-	1	13	4	2	<b>3.35</b>
15	Las condiciones ambientales de temperatura (shock térmico), presión interior (por cambios súbitos) y ruido, son adecuadas dentro del laboratorio.	-	3	14	3	-	<b>3.00</b>
16	Existen políticas de atención y mejoramiento de higiene industrial, en su cargo y sitio de trabajo, dentro del laboratorio.	-	-	2	14	4	<b>4.10</b>
17	Existe permanente intervención de un delegado institucional o representante del COPASST, para actuar en seguridad y prevención de riesgos de laboratorio.	-	10	8	2	-	<b>2.60</b>

### Categoría de Análisis No. 2: Riesgos Químicos

No.	Evaluación del trabajador sobre el riesgo químico	1	2	3	4	5	Valor
18	Los riesgos químicos existentes en el laboratorio, asociados con su cargo o actividad, están plenamente identificados por Usted.	-	-	3	15	2	<b>3.95</b>
19	Está entrenado adecuadamente para manipulación y preparación de muestras y soluciones con sustancias tóxicas.	-	2	15	2	-	<b>2.85</b>
20	Posee conocimiento suficiente en el tratamiento primario requerido para los residuos químicos generados en su actividad experimental en el laboratorio.	-	-	4	14	2	<b>3.90</b>

21	Conoce y aplica la clasificación de residuos químicos en estado líquido y sólido, in situ.	-	-	1	16	3	<b>3.95</b>
22	Recibe cualificación oportuna sobre clasificación y etiquetado de reactivos y de residuos químicos, almacenados dentro de los laboratorios.	-	-	3	16	1	<b>3.90</b>
23	Los elementos para el almacenamiento de reactivos, como estantes y contenedores, son adecuados, rotulados y correctamente señalizados.	-	-	3	16	1	<b>3.90</b>
24	Dispone y usa elementos de protección personal: guantes, gafas UV, máscara, bata y vestimenta biosegura acorde con su trabajo en el laboratorio.	-	-	4	15	1	<b>3.85</b>
25	En su puesto no inhala frecuentemente vapores, gases y humos, que pueden afectarle el tracto respiratorio y los pulmones.	8	10	2	-	-	<b>1.70</b>
26	No está en contacto frecuente con disolventes volátiles, fluidos refrigerantes, combustión, emisión de gases generados en las reacciones químicas.	8	10	2	-	-	<b>1.70</b>
27	No ha tenido eventos de ingesta a través del tracto digestivo, de sustancias tóxicas, debido al inadecuado lavado de manos después de trabajar en el laboratorio.	2	5	9	4	-	<b>2.75</b>
28	No está expuesto en forma frecuente a contaminación por absorción, a través de los oídos o los ojos, a través de la piel o de heridas abiertas en la piel.	11	9	-	-	-	<b>1.45</b>
29	Existen protocolos para restringir actividades de laboratorio, con sustancias tóxicas, cancerígenas o teratógenos, para usuarias en estado de embarazo.	1	17	1	1	-	<b>2.10</b>
30	Se manejan hojas de seguridad MSDS para todas las sustancias químicas, con su tipo de riesgo en toxicidad, corrosividad, inflamabilidad y explosividad.	-	-	8	4	8	<b>4.00</b>
31	Se cumple el protocolo-manejo de sustancias peligrosas: halógenos, metales pesados, bases, formaldehidos, cianuros y nitrilos; oxidantes y reductores.	-	-	16	2	2	<b>3.30</b>
32	Conoce y aplica las normas de gestión ambiental establecidas en la literatura, para garantizar la disposición de residuos químicos.	-	-	4	12	4	<b>4.00</b>
33	En su puesto de trabajo, no se presentan frecuentemente incidentes o accidentes laborales, como consecuencia de derrames sobre ropa, mesones y pisos.	-	2	16	2	-	<b>4.00</b>
34	No ha tenido efectos adversos sobre salud, como consecuencia de manipular sustancias tóxicas (reactivos o residuos).	-	6	13	1	-	<b>2.80</b>
35	Está entrenado para intervenir en el control y respuesta a los derrames de sustancias tóxicas in o post experimentación química.	-	2	10	8	-	<b>3.00</b>
36	Existe permanente comunicación y diálogo, con personal cualificado (interno o externo), de alto nivel en manejo de riesgos químicos, visibles y ocultos.	-	12	8	-	-	<b>2.40</b>
37	Existe un plan de manejo integral de residuos peligrosos, industriales y biológicos, para mitigar los efectos contaminantes en su área de trabajo.	-	2	14	4	-	<b>4.10</b>
38	La UPTC diseña y aplica programas especializados, para la prevención de riesgos químicos y control de su salud.	-	2	13	4	1	<b>2.45</b>

## **Anexo C: entrevista semiestructurada individual**

1. ¿Qué son los riesgos laborales?
2. ¿Sabe usted cómo prevenir un accidente laboral en el laboratorio?
3. ¿Cómo procedería usted en caso de accidente en su lugar de trabajo?

Cuando es quemadura con un ácido fuerte, cuando ocurre un incendio por una reacción química, en caso de inhalar un vapor o un gas tóxico, en caso de ingerir una sustancia.

4. ¿Qué es el sistema general de riesgos profesionales?
5. ¿Sabe usted cuáles son los factores de riesgo en el área donde desempeña su actividad laboral?
6. ¿Sabe usted que es una enfermedad laboral?
7. ¿Sabe usted como se previene las enfermedades laborales según las actividades propias para las que fue contratado?
8. ¿Usted sabe a qué enfermedades laborales está exponiéndose en su lugar de trabajo?
9. Enumere tres enfermedades que Ud. haya padecido como consecuencia de la exposición a cualquier riesgo, en su actividad de trabajo en el laboratorio.
10. ¿Qué tan frecuente su empresa promueve capacitaciones de prevención de accidentes y divulgación de normas para evitarlos?
11. ¿Conoce las rutas de evacuación en el edificio de laboratorios, en caso de emergencia?
12. ¿La UPTC, planifica y ejecuta periódicamente simulacros de emergencia?
13. ¿La UPTC le informa qué acciones debe aplicar en su trabajo, para evitar las enfermedades laborales y garantizar su salud ocupacional?
14. ¿En su actividad diaria, manipula sustancias que crea son peligrosas para su salud?
15. ¿Dispone de los medios para protegerse contra los riesgos de exposición a agentes químicos: protección respiratoria, protección ocular y protección dérmica?
16. ¿Considera que las instalaciones de ventilación general o por extracción localizada de que dispone son adecuadas?

**17.** Considera que el mantenimiento de las instalaciones del laboratorio: protección contra incendios, gases, electricidad, ¿es adecuado?

**18.** ¿Con respecto a las prácticas de higiene industrial ¿las tiene especialmente presentes en el trabajo diario?

**19.** ¿Se considera un trabajador bien formado en riesgos y peligros fisicoquímicos, para ejercer su puesto de trabajo?

**20.** Cite cualquier otro factor de riesgo relacionado con las sustancias químicas, que sean de su permanente preocupación.





## Anexo D: Inventario de laboratorios existentes y visitados-inventariados, por el criterio de riesgos y sustancias

<b>LABORATORIOS DE DOCENCIA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Química Orgánica	LN-207
Bioquímica	LN-208
Fisicoquímica Básica	LN-209
Bioquímica II	LN-210
Fisicoquímica Avanzada	LRN-222 A
Química Analítica	LRN-222 B
Análisis de Alimentos	LN-410
Química Inorgánica	LN-415
Química Analítica y Ambiental	LN-416
Química General	LN-503
Planta Piloto de Fruver	LRN- 224
Planta Piloto de Lácteos	LRN- 225
Planta Piloto de Cárnicos	Rotonda Sur
Planta Piloto de Fermentación	Rotonda Sur
<b>LABORATORIOS DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Grupo de Química de Calidad de Vida CHIMINIGAGUA	LS-107
Grupo de Investigación en Química Ambiental GIQUA	LN-218 Laboratorio Analítico Servicios Ambientales  LS-414 Laboratorio de Investigación

Grupo de Investigación en Química Molecular QUIMOL	LS-507 Laboratorio de Química Teórica y Computacional
	LN-509 Laboratorio de Síntesis Orgánica
	Ln-413 Espectroscopia
Catálisis	LN-311 Catálisis Química
	LRN-226 Bio-Catálisis
Grupo de Investigación en Química Medicinal y Toxicología.	LS-216
Grupo de Investigación en Ecoeficiencia y Productos Naturales.	LN-505
Grupo de Investigación en Química Y Tecnología en Alimentos GIQTA	LN-504

## Anexo E: Consentimiento informado

### CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE PARA LA INVESTIGACIÓN OBSERVACIONAL EN SALUD PÚBLICA OCUPACIONAL

Lea toda la información que se le ofrece en este documento y haga todas las preguntas que considere al investigador que se lo está explicando, antes de tomar una decisión.

**TÍTULO:** Evaluación de los riesgos ocupacionales físicos y químicos en los laboratorios de química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Laurie Nohemí Cely Céspedes. Médica Cirujana UPTC-UIS.

Candidata a Magíster-Investigación en Salud Pública – Universidad Nacional de Colombia. Cédula: 63.550.581 de Bucaramanga. Celular 3002488171, e-mail: [Incelyc@unal.edu.co](mailto:Incelyc@unal.edu.co)

**DIRECTOR:** Dr. Mauricio Hernando Torres Tovar

Médico Cirujano U.N - Esp. en Salud Ocupacional UdeA - Master of Science in Public Health ITM, Belgium - Magíster en Estudios Políticos UN – PhD(c) en Salud Pública Universidad Nacional. Profesor Asistente, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina.

**SITIO DONDE SE REALIZARÁ EL ESTUDIO:** Laboratorios de Química de la Escuela de Ciencias Químicas de la UPTC. Ciudad: Santiago de Tunja, Boyacá.

**INFORMACIÓN:** Se le pide el favor de participar en estudio de investigación observacional, clasificado como “**investigación sin riesgo**” según la Resolución 8430 de 1993.

En éste estudio solo se observará lo que sucede en el ambiente de trabajo, se realizarán entrevistas y se aplicará una encuesta de percepción del riesgo, sin manipular la exposición.

**PARTICIPACIÓN:** su participación es completamente voluntaria; si no desea hacerlo su médico continuará con su atención habitual y su negativa no le traerá ningún inconveniente.

**CONFIDENCIALIDAD DEL PARTICIPANTE:** Las únicas personas que sabrán que usted participó en el estudio serán los miembros del equipo de investigación. No se divulgará ninguna información sobre usted, o proporcionada por usted durante la investigación. Cuando los resultados de la investigación se publiquen o se discutan en conferencias, no se incluirá información que pueda revelar su identidad. Su nombre no será registrado en la encuesta ni en ninguna otra parte. Nadie fuera del equipo de investigación tendrá acceso a su información sin su autorización escrita.

Si durante el diligenciamiento de la encuesta o posterior a ella usted tiene alguna duda puede contactarse con el investigador que conduce este proyecto: **Laurie Nohemí Cely Céspedes**, Teléfono 3002488171, correo electrónico: [Incelyc@unal.edu.co](mailto:Incelyc@unal.edu.co)

Su participación en esta investigación es voluntaria. Su decisión de participar o no en este proyecto no afectará sus relaciones actuales o futuras con la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, ni tendrá ninguna consecuencia para usted.

Si usted decide participar, está libre retirarse en cualquier momento si se siente afectado en su condición moral, religiosa, intimidad o lealtad institucional, y sin tener que explicarlo. En cualquier momento se podrá solicitar al equipo de investigación, información relacionada con el proyecto o los investigadores se la proporcionarán.

### **CONSENTIMIENTO DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN UPTC - RESPONSABLE:**

**He leído y escuchado** satisfactoriamente las explicaciones sobre este estudio y he tenido la oportunidad de hacer preguntas.

**Estoy enterado** de los riesgos y beneficios potenciales de participar en este estudio y sé que puedo retirarme de él en cualquier momento.

**Estoy enterado que no** se realizará ningún tipo de intervención o modificación intencionada de variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas individuos involucradas, ni de sus condiciones ocupacionales.

**Estoy enterado** que se me garantizará el anonimato, que habrá una seguridad en el manejo de la información y que ésta será custodiada por un tiempo de 5 años.

**Estoy de acuerdo** en participar en este estudio de investigación.

**Autorizo** la recolección de la información, mediante observación directa, entrevistas y encuestas, sujeta a la voluntad y autorización que cada trabajador: docente, estudiante en formación investigativa y laboratorista.

**Autorizo** el uso de la información solo para los propósitos académicos de la investigación.

### **NOMBRE DEL PARTICIPANTE:**

VÍCTOR HUGO CELY NIÑO

Director del Grupo de Investigación en Ecoeficiencia Innovación y Tecnología UPTC

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Número de identificación:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

---

**CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL TRABAJADOR  
PARA LA INVESTIGACIÓN OBSERVACIONAL EN SALUD PÚBLICA OCUPACIONAL**

Lea toda la información que se le ofrece en este documento y haga todas las preguntas que considere al investigador que se lo está explicando, antes de tomar una decisión.

**TÍTULO:** Evaluación de los riesgos ocupacionales físicos y químicos en los laboratorios de química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Laurie Nohemí Cely Céspedes. Médica Cirujana UPTC-UIS.

Candidata a Magíster-Investigación en Salud Pública – Universidad Nacional de Colombia. Cédula: 63.550.581 de Bucaramanga. Celular 3002488171, e-mail: [Incelyc@unal.edu.co](mailto:Incelyc@unal.edu.co)

**DIRECTOR:** Dr. Mauricio Hernando Torres Tovar

Médico Cirujano U.N - Esp. en Salud Ocupacional UdeA - Master of Science in Public Health ITM, Belgium - Magíster en Estudios Políticos UN – PhD(c) en Salud Pública Universidad Nacional. Profesor Asistente, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina.

**SITIO DONDE SE REALIZARÁ EL ESTUDIO:** Laboratorios de Química de la Escuela de Ciencias Químicas de la UPTC. Ciudad: Santiago de Tunja, Boyacá.

**INFORMACIÓN:** Se le pide el favor de participar en estudio de investigación observacional, clasificado como “**investigación sin riesgo**” según la Resolución 8430 de 1993.

En éste estudio solo se observará lo que sucede en el ambiente de trabajo, se realizarán entrevistas y se aplicará una encuesta de percepción del riesgo, sin manipular la exposición.

**PARTICIPACIÓN:** su participación es completamente voluntaria; si no desea hacerlo su médico continuará con su atención habitual y su negativa no le traerá ningún inconveniente.

**CONFIDENCIALIDAD DEL PARTICIPANTE:** Las únicas personas que sabrán que usted participó en el estudio serán los miembros del equipo de investigación. No se divulgará ninguna información sobre usted, o proporcionada por usted durante la investigación. Cuando los resultados de la investigación se publiquen o se discutan en conferencias, no se incluirá información que pueda revelar su identidad. Si es su voluntad, su nombre no será registrado en la encuesta ni en ninguna otra parte. Nadie fuera del equipo de investigación tendrá acceso a su información sin su autorización escrita.

Si durante el diligenciamiento de la encuesta o posterior a ella usted tiene alguna duda puede contactarse con el investigador que conduce este proyecto: **Laurie Nohemí Cely Céspedes**, Teléfono 3002488171, correo electrónico: [Incelyc@unal.edu.co](mailto:Incelyc@unal.edu.co)

Su participación en esta investigación es voluntaria. Su decisión de participar o no en este proyecto no afectará sus relaciones actuales o futuras con la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, ni tendrá ninguna consecuencia para usted.

Si usted decide participar, está libre retirarse en cualquier momento si se siente afectado en su condición moral, religiosa, intimidad o lealtad institucional, y sin tener que explicarlo. En cualquier momento se podrá solicitar al equipo de investigación, información relacionada con el proyecto o los investigadores se la proporcionarán.

**CONSENTIMIENTO DEL SUJETO (trabajador):**

**He leído y escuchado** satisfactoriamente las explicaciones sobre este estudio y he tenido la oportunidad de hacer preguntas.

**Estoy enterado** de los riesgos y beneficios potenciales de participar en este estudio y sé que puedo retirarme de él en cualquier momento.

**Estoy enterado que no** se realizará ningún tipo de intervención o modificación intencionada de variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas individuos involucradas, ni de sus condiciones ocupacionales.

**Estoy enterado** que se me garantizará el anonimato, que habrá una seguridad en el manejo de la información y que ésta será custodiada por un tiempo de 5 años.

**Estoy de acuerdo** en participar en este estudio de investigación.

**Autorizo** la recolección de la información, mediante entrevistas y encuestas y el uso de la información solo para los propósitos académicos de la investigación.

**NOMBRE DEL PARTICIPANTE:**

(opcional)

**Firma:** \_\_\_\_\_

(opcional)

**Fecha:** \_\_\_\_\_

## Anexo F: Formato de sugerencias para mejorar las condiciones de trabajo

Nombre (opcional)						
Cargo que desempeña (opcional)						
Departamento para el cual va dirigida la sugerencia						
Tipo de sugerencia (Marque con una X la opción que se ajuste a su sugerencia)	Modificación de condiciones actuales		Creación de nuevas condicione laborales		Eliminación de condiciones laborales	
Factor a intervenir (Marque con una X la opción que se ajuste a su sugerencia)	Riesgo físico	Riesgo químico	Riesgo biológico	Riesgo psicosocial	Riesgo de madre gestante	Otros riesgos
Descripción de la sugerencia						

## Anexo G: Registro fotográfico







