

LA EVALUACIÓN COMO UNA FORMA DE APRENDER EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES PROCEDIMENTALES DE LA TÉCNICA DE SEPARACIÓN DE CROMATOGRAFÍA DE GASES

**Presentado por:
Esp. Miguel Ángel Sánchez Moyano**

**Director:
Msc. Diego Alexander Blanco Martinez
Co-Directora
Dra. Yolanda Ladino Ospina**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
Bogotá, D.C.
2022**

LA EVALUACIÓN COMO UNA FORMA DE APRENDER EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES PROCEDIMENTALES DE LA TÉCNICA DE SEPARACIÓN DE CROMATOGRFÍA DE GASES

**Presentado por:
Esp. Miguel Ángel Sánchez Moyano**

Tesis presentada para optar al título de Magister en Docencia de la Química

**Director:
Msc. Diego Alexander Blanco Martinez
Co-Directora
Dra. Yolanda Ladino Ospina**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
Bogotá, D.C.
2022**

DEDICATORIAS

A mi madre Leito quien, con su dedicación, su fe y su entrega me formó sin dejar de creer en mí y apoyarme en todas las facetas de mi vida, enseñándome que hay que salir siempre adelante a pesar de las vicisitudes de la vida

Mi padre Edgar, que, desde la sabiduría, la comunicación, y el conocimiento construyeron el talante que me permite saber pensar y analizar ante las situaciones de la vida

A mi hijo Santi, quien siempre estuvo admirándome y acompañándome en cada clase, preguntándome por mis tareas y alentándome a salir adelante siendo el motor de amor incondicional, alegrándose con su espontaneidad y su sonrisa cuando estaba a punto de desfallecer.

A mis hermanos Edi y Orlan, dos personas que, con su estilo de vida, sus consejos y apoyo brindado han sido una gran inspiración para tomar decisiones acertadas.

A mis tías Yolanda, Inés y Gladis, que han estado siempre escuchándome y no me han dejado solo en momentos tan difíciles de mi vida.

A Jhennifer quien, con su amor, su cariño y su sabiduría fue una parte fundamental en un momento tan crucial en mi vida, me apoyaste cuando quería dejar la carrera y me alentaste a mejorar y trabajar en equipo, gracias por ser esa inspiración para mí.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este trabajo expresa su agradecimiento a:

Al señor Gustavo Garcia Guevara, por enseñarme tantas cosas de la química analítica, de la instrumentación y por la constante ayuda y la colaboración que no fuera posible desarrollarla sin él

A la empresa Khymós S.A.S. que me brindo la oportunidad laboral, pero también abrió los espacios necesarios para el desarrollo del trabajo y facilito la instrumentación para el desarrollo del trabajo.

A los profesores Yolanda Ladino y Diego Blanco, quienes creyeron en mi trabajo, me alentaron a mejorar y siempre me brindaron una asesoría asertiva buscando sacar lo mejor de mí.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

1. Introducción	7
2. Justificación	9
3. Antecedentes	11
4. Marco Referencial	16
4.2 Evaluación para el aprendizaje	17
4.3 Evaluación Formativa	18
4.4 Habilidades procedimentales, el papel del docente.	21
4.5 Cromatografía.....	24
4.5.1 Cromatografía de Gases (GC)	25
5. Descripción, delimitación y formulación del problema	30
6. Objetivos.....	32
7. Diseño Metodológico	33
7.1 Participantes	34
7.2 Fases de la investigación	35
7.2.1 Construcción de instrumentos	35
7.2.2 Aplicación de la propuesta de intervención	42
7.2.3 Análisis de Instrumentos y verificación de la propuesta	47
8. Resultados y discusión	48
8.1 Caracterización de los participantes	48
8.2 Instrumento recolección de información de entrada: Cromatografía de gases.....	49
8.3 Aplicación de la propuesta de intervención.....	52
8.4 Resultado obtenidos del Instrumento de Salida	68
9. Conclusiones	71
10. Bibliografía	73
11. Anexos	76
Anexo 1	76
Anexo 2. Guía Aprendizaje Cromatografía de Gases	78
Anexo 3. Formato marcación Condiciones del GC	92
Anexo 4 Formato de marcación método de THM por ECD	93
Anexo 5 Formato de marcación Revisión condiciones del GC-MSD	95

Anexo 6 Formato de marcación Método de pesticidas por GC-MSD	97
Anexo 7 Instrumento de Salida.....	99
Anexo 8 Tabla correlación momento 1	102
Anexo 9 Informe Método ECD	103
Anexo 10 Comparación propuestas entre grupos	106
Anexo 11 Resultados tune grupos 2 y 5	107
Anexo 12 Parámetros método pesticidas.....	109
Anexo 13 Instrumento de Salida Profesional Química	112
Anexo 14 Instrumento de Salida Profesional Licenciada	115

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Propuesta de evaluación como un ciclo continuo</i>	17
Figura 2. <i>Modelo conceptual del aprendizaje</i>	19
Figura 3. <i>Proceso de una evaluación formativa</i>	20
Figura 4. <i>Elementos de la evaluación formativa</i>	21
Figura 5. <i>Secuencia de desarrollo de habilidades procedimentales</i>	23
Figura 6. <i>Aplicaciones de Cromatografía de Gases</i>	26
Figura 7. <i>Configuración de un sistema GC</i>	27
Figura 8. <i>Instrumento de Cromatografía de Gases Agilent 7890</i>	28
Figura 9. <i>Cromatograma de 37 componentes en FAME por GC/FID</i>	29
Figura 10. <i>Actividades experimentales con sus momentos</i>	43
Figura 11. <i>Flujo de aprendizaje por momentos</i>	46
Figura 12. <i>Interacción de los participantes según la profesión</i>	49
Figura 13. <i>Página Moodle del centro de capacitación y entrenamiento</i>	51
Figura 14. <i>Ejemplo tabla de correlación funcionamiento de GC</i>	56
Figura 15. <i>Propuesta grupos 1 y 2 instalación columna</i>	56
Figura 16. <i>Falla del procedimiento color amarillo del grupo 3</i>	58
Figura 17. <i>Ejemplo de Método de adquisición</i>	60
Figura 18. <i>Comparación de propuestas</i>	61

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Elementos de un Cromatógrafo de gases</i>	28
Tabla 2. <i>Frecuencia simple por profesionales</i>	34
Tabla 3. <i>Fases de Investigación</i>	35
Tabla 4. <i>Dimensiones procedimentales según Coll</i>	37
Tabla 5. <i>Rúbrica de Evaluación Habilidades procedimentales</i>	39
Tabla 6. <i>Distribución de niveles de desempeño por indicador</i>	50
Tabla 7. <i>Distribución de Unidades de GC en Diplomado de Química en Khymós</i>	51
Tabla 8. <i>Dimensiones por momentos</i>	52
Tabla 9. <i>Grupos por área de formación</i>	54
Tabla 10. <i>Resultados de los niveles de desempeño en el momento 1</i>	55

Tabla 11a. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 2.....	58
Tabla 11b. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 2.....	59
Tabla 12. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 3.....	60
Tabla 12 b. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 3.....	61
Tabla 13a. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 4.....	62
Tabla 13b. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 4.....	62
Tabla 14. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 5.....	64
Tabla 15. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 6.....	65
Tabla 16. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 6.....	66
Tabla 17. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 7.....	67
Tabla 18. Dimensiones e indicadores del instrumento de salida.....	69
Tabla 19. Indicadores finales por profesionales del instrumento de salida.....	70

1. Introducción

Las prácticas evaluativas han sido configuradas como aquella herramienta que permite identificar en particular “los conocimientos” de un estudiante, y a partir de ello dar una valoración cuantitativa o cualitativa respecto a un “saber adquirido” dentro de un proceso educativo. Esta idea y uso generalizado de la evaluación ha generado una mala visión tanto para estudiantes como para profesores de los procesos evaluativos, sin alejarse tanto de la realidad bien pueden surgir unas preguntas: ¿Qué sensación tiene un estudiante cuando se le menciona que se le evaluará? O incluso a los docentes, ¿Qué puede pensar un docente cuando desde las directivas se solicita realizar una evaluación de su desarrollo profesional? Estas situaciones, causan estrés, ansiedad y alejan de la realidad a aquellos quienes intervienen en los procesos educativos y en particular desvirtúan las oportunidades de orientar y optimizar el quehacer educativo frente a lo que se hace con lo que se aprende, lo que implica tener la capacidad de resolver situaciones problema en la toma de decisiones de una manera crítica y reflexiva en diferentes contextos.

El trabajo que acá se presenta no solamente se centra en dar una nueva perspectiva al concepto de evaluación, también se estructuró con la finalidad de identificar y promover aquellas habilidades de tipo procedimental que son necesarias en profesionales que se encuentran inmersos en la Química Analítica Instrumental, por ello se diseñó y aplicó una estrategia didáctica, en donde la evaluación pueda ser utilizada como una forma de aprender, y desde allí fortalecer habilidades de tipo procedimental en el aprendizaje de los conceptos asociados a la técnica de separación Cromatografía de Gases, al abordar situaciones problema contextualizadas al que hacer de profesionales en Química. En primer lugar se describe la justificación del trabajo, dándole la importancia a la evaluación como una forma de aprender, posteriormente se le brinda un peso al trabajo presentando los antecedentes y de igual forma el marco conceptual desde donde se abordó el aspecto químico y didáctico, iniciando por el concepto de evaluación, la importancia de las habilidades procedimentales, el abordaje de las dimensiones y la taxonomía SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome “estructura del resultado observado del aprendizaje) y la cromatografía de gases.

En la segunda parte del documento se describe la metodología utilizada en el desarrollo del trabajo, se describen 3 etapas: en la primera etapa (diseño) se diseñaron las actividades y los instrumentos, la segunda etapa (Aplicación) se realizó la intervención de la investigación y se

realizó la caracterización de las habilidades según la taxonomía SOLO, en la tercera etapa (consolidación), se analizaron los resultados obtenidos, se aplicaron instrumentos de salida y se determinó la eficiencia en términos de los niveles de progresión que tuvieron los participantes, se evalúan los resultados y se formulan las conclusiones finales.

2. Justificación

Los laboratorios de análisis químico actualmente exigen de sus analistas un fuerte conocimiento de las técnicas de separación y un desarrollo amplio de habilidades procedimentales que den respuesta al sector productivo. La forma de adquirir y reforzar estas habilidades es un reto actual en donde visiones didácticas pueden sopesar en el fomento de ese tan exclusivo conocimiento químico, por tanto considero pertinente y apropiado presentar a continuación, los resultados de investigación que planteo la estructuración de una estrategia didáctica, que se sustenta en la evaluación como una forma de aprender en ciencias, y se orientó a desarrollar algunas habilidades procedimentales en un grupo de profesionales en química, que asistieron a cursos y Diplomados especializados realizados para que ellos construyeran los conocimientos de la técnica analítica cromatografía de gases. Es desde aquí que se buscó no solo, desarrollar un dominio conceptual y comprender sobre esta técnica de separación, sino que también se desarrollen habilidades procedimentales, como la toma de decisiones fundamentadas que permiten dar solución a problemáticas en su entorno diario.

En los laboratorios de análisis químico es común encontrarse con profesionales en química que carecen de habilidades procedimentales y que se encuentran trabajando en laboratorios de industrias de alimentos o farmacéuticas, estos lugares, donde el uso de las técnicas analíticas instrumentales se vuelve indispensables y el conocimiento teórico debe ser reforzado con la manifestación de las habilidades prácticas desarrolladas. Esta problemática en los últimos años viene en aumento debido entre muchas razones, por ejemplo, a que en las Universidades se dedican muy poco tiempo al desarrollo práctico, y las asignaturas como la Química Analítica, se fundamenta más en lo teórico que en el terreno práctico.

Adicionalmente la situación sanitaria por la que atravesó la humanidad en el año 2020, término de evidenciar la baja capacidad que tienen algunos profesionales en química, para afrontar, diseñar y realizar actividades experimentales dado el aislamiento, las clases prácticas tuvieron que ser reemplazadas por el desarrollo conceptual, por mediaciones tecnológicas e informáticas, videos demostrativos e interacciones virtuales que impiden el desarrollo de las habilidades asociadas al uso de materiales y equipos instrumentales para la implementación de un proceso analítico.

Los docentes que desarrollan su labor en las universidades muchas veces carecen de los conocimientos necesarios para aplicar procesos de enseñanza que sean efectivos en el estudiante, sin mencionar que la evaluación, en muchos casos, es utilizada solamente para evidenciar un resultado final y no como herramienta para identificar fortalezas y debilidades que puedan presentarse durante el proceso. Reynolds et al. (2006) argumentan que

“a muchos docentes les gustan los procesos que desarrollan en el aula, la enseñanza, sin embargo, una buena parte no está muy interesado en evaluar, analizar y dar cuenta de los procesos que conllevan los estudiantes”.

Este hecho, desencadena que los docentes tengan una visión poco asertiva de la evaluación. Es una realidad difícil de ocultar, las evaluaciones por lo general tienen una connotación negativa, pues se encuentra estrechamente asociada con ansiedad, estrés, presión y fracaso. En este orden de ideas, la finalidad de esta investigación se enmarcó en resaltar y construir un puente entre el ejercicio laboral y las actividades prácticas de laboratorio, donde el instructor formador conciba la evaluación como una fortaleza constructiva que también es utilizada como herramienta de aprendizaje, y articular esta enseñanza con los conocimientos en analítica y específicamente en la cromatografía de gases y la indagación de aquellas habilidades procedimentales, permitiéndose identificar y desarrollarlas en un entorno real, con situaciones problemas contextualizadas que permitan enfrentar al participante a retos en su diario vivir y además permita verificar la progresión de las habilidades conforme se desarrollan los diferentes momentos.

3. Antecedentes

No son muchos los antecedentes o investigaciones que se estén desarrollando en este campo, más si se enlaza la evaluación como una forma de aprender con el desarrollo de habilidades y se especifican temas en química analítica, sin embargo hay investigaciones que se han centrado en estudiar la evaluación dándole un nuevo sentido a la misma, de igual forma hay valiosos estudios que desarrollan las habilidades procedimentales y que fueron de gran fundamentación en la estructuración y consolidación de la presente investigación, por ello a continuación se presentan aquellos trabajos que se destacan por su correlación con la temática, y que se sintetizan a continuación.

Con respecto a la Evaluación

Un análisis muy interesante realiza Careaga (2001) quien menciona que,

“aunque la evaluación se encuentra presente en los contextos escolares, permanece poco conocida, es mal comprendida y en ocasiones mal interpretada”

se configura, así como lo menciona la autora como un término polisémico al cual no se ha establecido un significado propio y esto hace que en muchas ocasiones se desconozca de que se habla. Tradicionalmente se ha visto a la evaluación ligada con la acción de otorgar calificaciones en un primer momento. Posteriormente en un segundo instante y desde una visión positivista se le dio énfasis en la objetividad de la medición. Dentro de estos rasgos es importante lo que menciona Tyler (1973):

“la evaluación tiene por objeto descubrir hasta qué punto las experiencias de aprendizaje, tales como se las proyectó, producen realmente los resultados apetecidos”.

Continuando en esta misma perspectiva Bloom (1975) definía, a la evaluación como:

“la reunión sistemática de evidencias a fin de determinar si en realidad se producen ciertos cambios en los alumnos y establecer también el grado de cada estudiante”.

Por este motivo, centrando el problema de la evaluación, Arnaiz (2012), coincide en que uno de los momentos conflictivos de la evaluación tradicional será la entrega de resultados al terminar

un curso, en este caso la evaluación entregará simples calificaciones: es en este momento de los pocos donde se discute el producto-resultado, producto de una evaluación para calificar. Si se muestra un descontento por el resultado obtenido, el estudiante solicitará una explicación del por qué obtuvo esta calificación, la actitud del docente será responder en términos análogos: explicar el contenido del examen o prueba, contrastar respuestas y finalmente dará su calificación. Este contexto limita significativamente el potencial de la evaluación, y uno de los restos que se resaltan allí es la contextualización que debe realizarse a la evaluación, puesto que este proceso se hace obvio en tanto la evaluación pretende cumplir con funciones de seguimiento y mejora de las mismas circunstancias en las que se implementan los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Se han realizado esfuerzos significativos en donde la evaluación se encuentra basada principalmente en instrumentos de heteroevaluación y autoevaluación, sin embargo, se evidencia que, en los diversos grados, que hay una pobre participación del estudiantado y la retroalimentación no es favorable en términos de aprendizaje. Desde este contexto, se pretende que los participantes adquieran y desarrollen habilidades y competencias relacionadas con la valoración crítica y autocrítica en los procesos de evaluación del aprendizaje. Por tanto, es importante que los participantes conozcan y amplíen el concepto de evaluación orientada al aprendizaje; que puedan aprender sobre los tipos de evaluación, las finalidades educativas de cada tipo; potenciar y desarrollar habilidades críticas enfocadas al aprendizaje. Se hace necesario, que la evaluación se plantee desde un eje transversal, aplicando varios instrumentos con el fin de que todos los participantes puedan interpretar y asimilar el nuevo concepto. Como resultado se observa que la evaluación debe ser orientada al aprendizaje y ella puede contribuir a una construcción de un ambiente de aprendizaje auténtico, donde los profesionales puedan no solo desarrollar habilidades y competencias, sino poder construir un espacio de aprendizaje conjunto, de pensamiento crítico y reflexivo.

La investigación de Arnaiz (2012) abrió un nuevo debate sobre las concepciones que tienen los docentes respecto a la evaluación, son dos los trabajos que se resaltan aquí. El primero perteneciente a Orjuela (2013), donde se indica que todavía los docentes se encuentran en una postura de evaluación tradicionalista, desde el análisis del profesorado es evidente que los docentes continúan viendo la evaluación y los resultados producto de esta práctica como el conglomerado de conocimientos que aprenden sus estudiantes: La evaluación se realiza al final de realizar una intervención en el aula, evidenciando que aquellos modelos de los docentes

todavía están renuentes al cambio, solo se adquieren conocimientos, se revisan algunos conceptos y se anula la formación de actitudes.

Con relación a las Habilidades Procedimentales

La integración de habilidades procedimentales en los analistas de laboratorio es necesaria en tanto los procedimientos así lo exigen, no basta solamente con tener un pleno conocimiento de las variables que afectan un análisis en particular, puesto que en el día a día se presentan retos que necesariamente deben ser resueltos a través de estas habilidades, la consolidación del conocimiento y la integración entre el saber y el saber hacer.

En tanto a la enseñanza de habilidades procedimentales, existen varios esfuerzos acuñados a potenciar el desarrollo de habilidades y competencias que permitan a un profesional desarrollar sus actividades, por ello es importante comprender el concepto de habilidad, es así que en el trabajo desarrollado por Jiménez (2019), son:

“entendidas como el conocimiento puesto en acción, cuando el sujeto es capaz de usar los conocimientos ya sean teóricos o prácticos en diferentes entornos, entre ellos el cotidiano, poniendo en juego sus destrezas sociales y cognitivas, al destacar la importancia del componente social para el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, se motiva al estudiante para que en el trabajo con sus compañeros el aprendizaje sea fluido y se considere parte del proceso formativo y no como un simple espectador” (p. 58)

En este orden de ideas, no es suficiente con el saber, que claro este saber permitirá un desarrollo de pensamiento científico según su cultura, pero también es importante integrar en los procesos de aprendizaje las habilidades procedimentales y dentro de ellas las habilidades de pensamiento, pues esto será fundamental al momento de tomar decisiones frente a una dificultad en un procedimiento analítico, por ello es importante relacionar las habilidades con las acciones, ya que es en este instante en donde es posible analizar como las habilidades son puestas en práctica y permiten resolver un problema analítico.

Estas acciones definen como el individuo se desenvuelve ante una situación que necesita ser resuelta, pero, para que estas habilidades puedan ser evidentes es necesario recurrir a

procedimientos, consecutivos y con orden lógico los cuales se les denomina operaciones o procesos, así un proceso será la evidencia de la manifestación de la habilidad. (Jiménez, 2019) Ciertamente el conocimiento se puede expresar de varias formas, en el caso de la investigación que se presenta, el conocimiento en un laboratorio debe expresarse a través de la habilidad procedimental, puesto que implica tomar decisiones fundamentadas, críticas y reflexivas que le permiten al individuo ejercer una acción.

Por este motivo debe resaltarse el trabajo desarrollado por Beltran, I. (1999), quien indica que el resultado del aprendizaje que obtiene el individuo luego de estar inmerso en un proceso de enseñanza, será el producto del saber construido por el estudiante, que le permitirá resolver variedad de tareas asignadas (procedimientos establecidos), utilizando un conocimiento procesual o procedimental, este tipo de conocimientos se refiere a las habilidades que son dominadas y que a partir de la acción pueden demostrar un saber hacer. De esta manera, el objetivo no es solamente verificar si una habilidad procedimental se tiene y es desarrollada, también es importante evidenciar como esta progresa conforme se realiza la intervención.

Por ello la importancia y la pertinencia de este tipo de trabajos que buscan realizar una correlación entre la evaluación, el desarrollo de habilidades y la comprensión en el aprendizaje de una técnica de separación como la Cromatografía de Gases. Para poder analizar las habilidades procedimentales y más específicamente la toma de decisiones, es necesario evaluar estas en la acción, y para ello debe ser importante comprender la técnica de separación, los componentes de la misma y como lo resalta Stashenko, E. (2010),

“El logro de un análisis cromatográfico, tal como la ejecución de una pieza musical por una orquesta sinfónica, requiere la combinación armónica de los componentes del sistema analítico, cada uno operando dentro del rango de condiciones que mejor satisface las necesidades de separación y detección que imponen la naturaleza química de la muestra y el propósito de su análisis. En donde es de gran importancia entender los bloques fundamentales de un sistema cromatográfico de gases, desde el punto de vista de su función, y las recomendaciones a tener en cuenta para su integración correcta bajo la dirección del Homo Sapiens var. Chimicus, operador del cromatógrafo.”

La descripción realizada por la Doctora Stashenko (2010) no solo permite dar cuenta de la importancia del uso de este tipo de técnicas de separación en la industria e investigación, también permite darle un espacio trascendental a aquel que opera el instrumento, ya que al final es este mismo como ella lo denomina el “Homo Sapiens var. Chemicus” quien genera los métodos y da las órdenes para que el instrumento las realice. Por ello es importante las habilidades que puedan llegar a generar el instrumentador, quien opera el equipo, que le permita tomar decisiones no solamente en la forma de desarrollar un método de análisis, sino en la forma de interpretar y analizar la información reportada por el equipo, al proponer soluciones frente a los errores que presente el instrumento y realizar un mantenimiento rutinario en el equipo para no detener la producción de los análisis.

4. Marco Referencial

4.1 El concepto de Evaluación

Las evaluaciones desempeñan un papel importante en las vidas de los individuos que las toman (Hamp-Lyons, 1997; Shohamy, 2001). Esta valiosa herramienta puede proporcionar información sobre los rasgos de los estudiantes y su avance en diferentes áreas de conocimiento, pero también es utilizada como una forma de recompensa o castigo en instituciones, docentes y estudiantes. En este orden de ideas, la percepción que las personas tienen de la evaluación es muy negativa, toda vez que está es utilizada, entre otras cosas, para determinar quién pasa o no un curso, también como mecanismo de disciplina o de amenaza a los estudiantes (Lopez, A., 2014). Un factor importante al momento de poder minimizar esta percepción que se tiene de la evaluación se encuentra en realizar una revisión de las definiciones, que soportan y son congruentes con el presente trabajo, sobre evaluación.

Según Davies (1997), la evaluación se utiliza más ampliamente para incluir la recolección de información sobre los aprendizajes de los estudiantes, desde esta perspectiva, la evaluación es un procedimiento sistemático que busca recopilar información acerca de los estudiantes, información que es interpretada y usada para la toma de decisiones.

La evaluación también puede ser definida como una recopilación sistemática de información con el fin de tomar una decisión (Davies, 1997). En la figura 1 se describe un esquema que reúne el proceso de evaluación en el aula desde las concepciones presentadas.

La evaluación se reconoce como una parte esencial del proceso de enseñanza y aprendizaje, y es equivalente a la que se realiza a profesionales en cursos especializados, pero esta es quizás el área en que muchos docentes expresan una falta de formación y necesitan más preparación.

Figura 1. *Propuesta de evaluación como un ciclo continuo*



Fuente: autor Sánchez, M. (2021)

4.2 Evaluación para el aprendizaje

Una de las actividades que pueden llegar a entrelazar el aprendizaje con la enseñanza es la evaluación, si bien no es muy evidente esta conexión, puede ser muy exitosa si se utiliza de una forma adecuada. Una evaluación para el aprendizaje será cualquier proceso en donde, la actividad que se desarrolla debe promover o facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Siendo así, ésta formará parte integral del proceso de enseñanza-aprendizaje, estando articulados el proceso de enseñanza con la evaluación. La evaluación, desde esta perspectiva, es una herramienta infalible que facilita poder documentar los aprendizajes de los estudiantes, potenciando que se alcancen los objetivos que se han trazado, debido a que los diferentes participantes que conforman el sistema educativo, bien sea en la educación formal o en educación para el trabajo, pueden tomar las decisiones apropiadas según el proceso.

Muchos estudios de investigación, por ejemplo, Buldu, 2010; Dochy y McDowell, 1997; Lopez, 2001, han postulado que el proceso de aprendizaje puede mejorarse a través de la evaluación si es posible cumplir con las siguientes condiciones:

Se realiza una constante retroalimentación a los estudiantes de una manera efectiva.

Se debe involucrar de manera activa a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.

Se realizan ajustes en el proceso de enseñanza teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones.

Se reconoce que la evaluación tendrá un impacto en la motivación y en la autoestima de los estudiantes.

Los estudiantes observan una necesidad en autoevaluarse y poder entender cómo pueden desarrollar procesos de mejoramiento.

De las anteriores afirmaciones, para que puedan darse en el aula o centros de capacitación, se desprenden unas características esenciales de la evaluación que promuevan el aprendizaje. En términos de López, A (2014) se listan aquellas 7 características que permiten realizar una regulación del aprendizaje:

Es parte fundamental de las percepciones que se tienen sobre enseñanza y aprendizaje.

Comparte los objetivos de aprendizaje con los estudiantes.

Ayuda a los estudiantes a conocer y reconocer los objetivos que deben alcanzar.

Admite que los estudiantes se autoevalúen.

Da retroalimentación que permite que los estudiantes reconozcan qué pasos deben tomar y cómo tomarlos.

Requiere que tanto profesores como estudiantes reflexionen sobre la información que arrojan las evaluaciones.

Reconoce que cada estudiante puede mejorar.

4.3 Evaluación Formativa

McMillan (2007) define a la evaluación formativa como la retroalimentación que se le da al estudiante para que tome acciones correctivas sobre su desempeño, encaminadas hacia el mejoramiento. Esta retroalimentación, tan necesaria, puede y debe incentivar la motivación y el

aprendizaje de los estudiantes ya que ésta se da según sus necesidades. (McMillan, 2007). Para que un proceso educativo pueda desarrollarse debe ser importante los rasgos y características de los mismos, estos serán los cimientos que desarrollen el proceso, si están mal estructurados o no son claros los objetivos, estos cimientos serán débiles y la estructura caerá; como se evidencia en la figura 2, los procesos de aprendizaje están ligados a las características, las habilidades, competencias y como todos estos saberes son demostrados por el individuo y verificados a partir de la evaluación, los cimientos que establecen los rasgos y características del aprendizaje y como todos estos rasgos permitirán la construcción y consolidación del aprendizaje, se deben integrar el saber, con el hacer, y el ser, puesto que esto resultará en el comportamiento y las actitudes frente al desarrollo de una tarea en particular.

Figura 2. Modelo conceptual del aprendizaje



Fuente: adaptado de López., A. (2014), relación transversal de la evaluación durante el proceso de enseñanza aprendizaje

De este modo, la finalidad principal de una evaluación formativa debe ser promover el aprendizaje. Este objetivo puede ser alcanzado si se integran tres aspectos fundamentales: El primero de ellos será la evaluación del progreso de los estudiantes, el segundo la identificación de una retroalimentación permanente, inmediata y específica a los desempeños que se quieren alcanzar, y las respectivas acciones correctivas que se emprenden en la enseñanza para responder efectivamente a las necesidades de los estudiantes. Autores como Black y William

(2004) están de acuerdo en mencionar que la evaluación formativa tiene un carácter cíclico, como se observa en la figura 3, en el sentido que los estudiantes están comparando continuamente sus desempeños con desempeños deseados (ideales), tomando acciones para que estos se parezcan, vuelven a realizar la comparación y así sucesivamente. El mejoramiento en los estudiantes se da si se cumplen tres condiciones: 1) los estudiantes deben tener un objetivo de aprendizaje claro, 2) deben poder monitorear su proceso de aprendizaje, es decir comparar su desempeño con algo deseado, y 3) deben tomar acciones para poder alcanzar el objetivo planteado (Gipps, 1994).

Figura 3. *Proceso de una evaluación formativa*



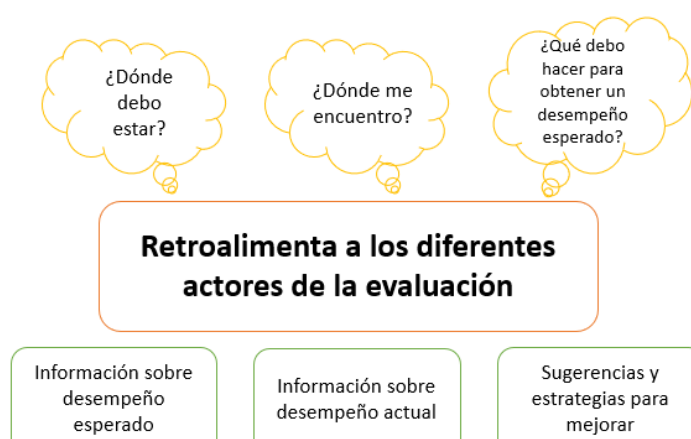
Fuente: adaptado de López, A. (2014), una evaluación formativa busca el revisar el progreso de los estudiantes, permite determinar estrategias y desarrolla la retroalimentación.

Las evaluaciones efectivas son aquellas que no solamente miden los conocimientos y habilidades de los estudiantes, sino que también fomentan que la actividad de evaluación misma se convierta en un episodio auténtico de aprendizaje (Wolf, 1993).

Como se observa en la figura 4, una evaluación formativa permite que el individuo se cuestione y resalte cuales son aquellas necesidades que debe cumplir para desarrollar un saber, estas necesidades están en torno a la información, a las habilidades y el desempeño esperado y cuáles son las sugerencias para alcanzar los logros. Entre más auténtica se presenten las actividades

de evaluación, esto quiere decir entre más parecidas sean a la forma como los estudiantes usarían los conocimientos, habilidades o competencias rutinariamente, se vuelve más fácil hacer inferencias válidas sobre los desempeños de los estudiantes (Moss., 1994). De esta forma es recomendable integrar más las evaluaciones con el proceso de enseñanza y aprendizaje (lo que se realiza en clase). De allí surgió la necesidad de adaptar la evaluación como una forma de aprender que permita el desarrollo de habilidades procedimentales, para el aprendizaje de la técnica de separación cromatografía de gases.

Figura 4. *Elementos de la evaluación formativa*



Fuente: autor Sánchez, M. (2021), la evaluación formativa permite evidenciar el desempeño, esperado, actual y genera estrategias para alcanzarlos.

Es de suma importancia entender a la evaluación desde una perspectiva constructivista, que permita ser una herramienta que promueva el aprendizaje, y no solo se encargue de indicar un proceso final. La evaluación permitirá la retroalimentación de saberes, y en todo momento establecerá, si estos aprendizajes están siendo bien adquiridos, dado que permite regular el aprendizaje, es necesario en el ejercicio docente abandonar la idea de la evaluación obligatoria, y pasar a una más activa, más viva.

4.4 Habilidades procedimentales, el papel del docente.

En cuanto a aquellos contenidos de corte procedimental es de resaltar que el saber procedimental se asocia a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, métodos, entre

otros; siendo de tipo práctico puesto que se encuentra fundamentado en la realización de acciones y operaciones. El hecho que un estudiante pueda desarrollar ejercicios en la actividad conceptual, no implica necesariamente que puedan obtenerse habilidades, puesto que se encuentran asociadas con otro tipo de aprendizaje (el procedimental) enfatizando en que el manejo maleable y seguro del conocimiento se logrará cuando se permite desarrollar estas habilidades. En este sentido una habilidad es:

“La utilización de los conocimientos que se poseen y de los hábitos para seleccionar y realizar los medios de acción correspondientes con el objetivo propuesto. Una habilidad puede ser entendida como el conocimiento puesto en práctica, y es en esta misma donde se evidencia su progreso”, Jiménez, M. (2019)

como lo menciona Jiménez, M. (2019)

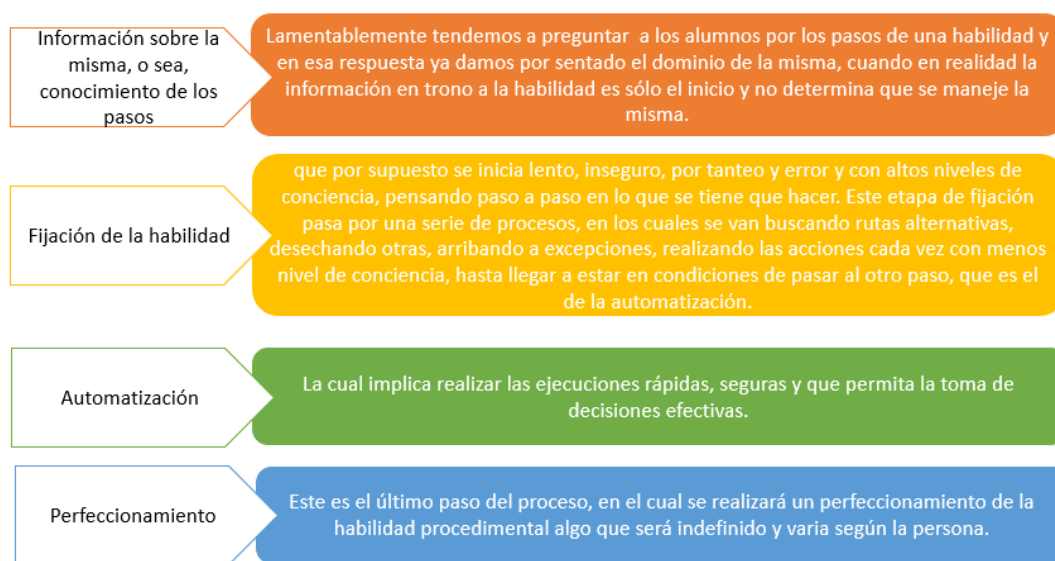
“Las acciones definen las habilidades en cuanto al actuar del individuo; de otra parte, para que las habilidades se expresen hace falta una serie de procedimientos, consecutivos y con un orden lógico denominado procesos, así un proceso es la evidencia de la manifestación de la habilidad. Estas habilidades promueven niveles de asimilación del contenido o tipos de desarrollo cognitivo; que a su vez se clasificarán, y que exigen del estudiante conocer los conceptos siendo capaz de repetir procedimientos, realizar ejercicios y pudiendo así dar solución de problemas nuevos en su entorno.”

El aprendizaje de una habilidad también implica: una serie de pasos a seguir que permitirán desarrollar habilidades, mejorarlas y transformarlas, como se indica en la figura 5, se debe comenzar con el conocimiento del desarrollo procedimental y conceptual, esto permitirá fijar la habilidad, la cual con el tiempo se automatizará y perfeccionará. Esta secuencia de pasos estimula el establecimiento en los niveles de logro en cada uno de ellos y sobre esa base, se puede ir estableciendo una visión gradual y progresiva de los criterios de evaluación, es decir, es en cada uno de estos pasos donde se evalúa la seguridad, rapidez, niveles de dominio, entre otros.

Para el caso de este trabajo el desarrollo de habilidades procedimentales es evidenciada aplicando la Taxonomía SOLO. La actividad educativa debe mostrar una coherencia entre

aquellos resultados de aprendizaje que se quieren obtener, las estrategias de evaluación y las actividades que se realizan para tal fin. Por tanto, estos 3 factores deben estar ligados de manera constructiva desarrollando un aprendizaje de mayor calidad. La taxonomía SOLO, por sus siglas en inglés (Structure of the Observed Learning Outcomes Biggs y Tang, (2007)), facilita una forma sistemática de describir como aumenta la complejidad de la actuación de un individuo cuando es posible dominar varias tareas.

Figura 5. Secuencia de desarrollo de habilidades procedimentales



Fuente: autor Sánchez, M. (2021), la secuencia de características en una habilidad comienza por entenderla, luego practicarla y desarrollarla, para luego automatizarla y al final perfeccionarla.

Este modelo está integrado por varias etapas que promueven el desarrollo del aprendizaje, siendo la primera de ellas una etapa muy superficial, hasta una final donde la complejidad es alta en las tareas que se le soliciten. Esta complejidad está clasificada en 5 niveles de comprensión: preestructural, uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto ampliado. Esta forma de clasificación según el resultado permite evaluar los mismos en términos de calidad para conocer el nivel de comprensión alcanzado. Así mismo según Biggs y Tang, (2007) se describen las habilidades de pensamiento:

“En el nivel preestructural el estudiante no logra captar el objetivo de la teoría o recoger información. En los siguientes niveles, uniestructural y multiestructural, corresponden a

una fase de tipo cuantitativo, centrada en la cobertura de información, es decir, a la cantidad de información que logra manejar un estudiante, aunque con bajo nivel de profundidad. Por último, en los niveles relacional y abstracto ampliado, se aprecia una fase cualitativa cuyo énfasis está en la profundidad y la utilización de la información” (Biggs y Tang, 2007).

Por tal motivo, los resultados de este trabajo son innovadores en tanto que articulan la evaluación como una forma de aprender, interiorizando todas las características que permiten que sea una herramienta constructiva, se identificaron las habilidades de tipo procedimental, sobre todo las que permiten que los profesionales en química puedan identificar y solucionar problemas a partir de la toma de decisiones fundamentadas frente a una situación contextual y situada de su actividad laboral relacionada con el dominio de la técnica de separación por cromatografía de gases una de las técnicas de separación más utilizadas en la identificación de analitos de interés en la industria.

En el área de química analítica se hacen indispensables el dominio de las habilidades procedimentales, puesto que el trabajo de los analistas se encuentra enmarcado en el desarrollo de tareas estructuradas sistemáticamente y el uso de instrumentación específica que no solo denota conocimiento en la temática, sino que además requiere de cierta habilidad para el manejo del mismo. En este sentido, el trabajo se desarrolló en torno a la temática de cromatografía de gases, como una de las técnicas de mayor uso en los laboratorios de las industrias.

4.5 Cromatografía

El término **cromatografía** fue introducido en 1906 por el botánico ruso *Mikhailil Tswett*, para hacer referencia a la separación de los pigmentos contenidos en extractos vegetales, conforme éstos se filtraban a través de una columna rellena con un sólido poroso (Chicharro, 2005).

Evidentemente la cromatografía resalta por ser una técnica de separación, sin embargo, su utilización y gran importancia se encuentra en el poder resolver muestras que son complejas, lo que ha llevado a su alta utilización como técnica analítica. Este amplio uso ha configurado que se desarrollen instrumentaciones que permita aprovechar la técnica y pueda realizarse una operación continua, obteniendo una mayor eficacia en la separación y logrando un mayor control

de las condiciones cromatográficas lo que conlleva a incrementar la reproducibilidad de los resultados.

El proceso cromatográfico comprende procesos en los que los componentes de una mezcla, los cuales se transportan y se encuentran disueltos en una fase móvil, se van desplazando con diferente velocidad a través de una fase estacionaria. Una correcta elección de estas fases puede permitir que aquellas diferencias se puedan traducir en una separación efectiva de los solutos, que integran la matriz de análisis, a la vez que éstos pueden identificarse atendiendo a su particular velocidad de avance. (Sgariglia, 2010)

Podemos realizar una clasificación o describir los tipos de cromatografías según el estado físico en el cual se encuentra la fase móvil. El nombre de la técnica analítica también da una idea de la fase móvil. Históricamente, fueron los líquidos los primeros en ser utilizados, dando lugar a un amplio rango de técnicas denominadas cromatografía líquida (LC). Los gases también pueden ser utilizados como una fase móvil, los métodos que están basados en este principio se clasifican como cromatografía en fase gas (GC). En este tipo de técnica de separación no solamente debe ser la fase móvil un gas, también tiene que serlo la mezcla a separar, por ello la GC requiere un paso previo de volatilización, que permitirá ser transportada por toda la fase estacionaria hasta su posterior proceso de detección.

4.5.1 Cromatografía de Gases (GC)

Dentro de las técnicas mayormente utilizadas con fines analíticos, la cromatografía de gases con su multiplicidad de detectores, es probablemente la técnica más utilizada; ninguna otra técnica analítica puede llegar a ofrecer la capacidad de separación o su sensibilidad en el momento de analizar compuestos volátiles como la GC. Por otro lado, el hecho de que con esta técnica las mezclas sean separadas en fase gaseosa, establece unos límites para su utilización, los cuales están marcados fundamentalmente por la estabilidad térmica de los compuestos a separar. También existe una restricción en la utilización de esta técnica de separación y es la resolución de compuestos con una masa molecular menor de 1000 u¹ a una temperatura máxima de trabajo de aproximadamente 400 °C, siendo esta temperatura límite para las columnas o fases

¹ es de resaltar que anteriormente la unidad aceptada eran los u.m.a.; sin embargo, en los trabajos analíticos se viene implementando el uso de u. o de los Dalton, por ello en esta investigación serán estas las unidades de trabajo a utilizar

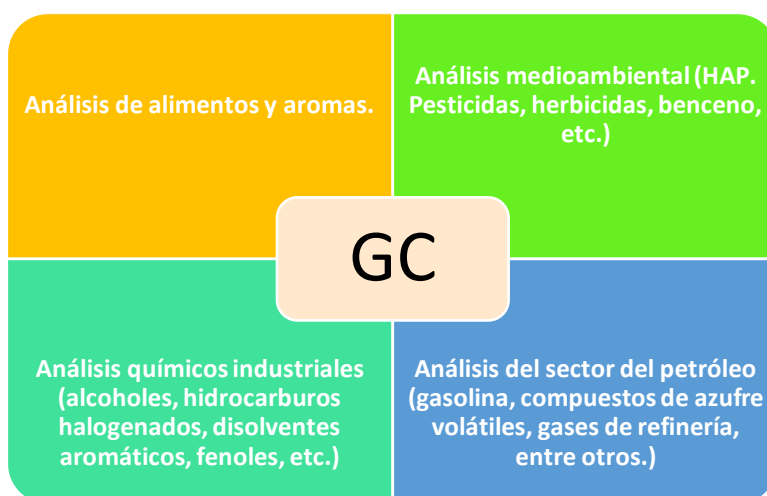
estacionarias; dentro de estos límites, la única restricción existente será la estabilidad térmica de la muestra. El instrumento vaporiza la muestra del componente y lo transporta al interior de una columna por medio de un gas portador. Los componentes de la muestra atraviesan la columna a distinta velocidad en función de sus propiedades físicas. Los componentes eluidos entran en un detector calefactado que genera una señal electrónica de acuerdo con su interacción con ellos. Un sistema de datos registra el tamaño de la señal y la representa frente al tiempo transcurrido para generar un cromatograma.

Para analizar una separación mediante GC, se debe realizar una inyección de una pequeña cantidad de la matriz a separar en una corriente de un gas que debe ser inerte a una elevada temperatura; la corriente de gas atraviesa una fase estacionaria (columna cromatográfica) que separará los componentes de la mezcla por medio de un mecanismo de partición (cromatografía gas-líquido), de adsorción (cromatografía gas-sólido) o, en muchos casos, por medio de una mezcla de ambos. Aquellos componentes que son separados, saldrán de la columna a intervalos discretos, denominados tiempos de retención, y serán analizados a través de algún sistema de detección adecuado, o bien pueden ser dirigidos hacia un dispositivo de recolección de muestras.

¿Para qué se utiliza la GC?

La cromatografía de gases se utiliza para separar compuestos polares y no polares que sean volátiles. Las aplicaciones típicas pueden variar, pero se concentran en:

Figura 6. *Aplicaciones de Cromatografía de Gases*



Si un compuesto no tiene la volatilidad necesaria (como sucede con las proteínas, las sales y los polímeros), en ese caso la cromatografía de líquidos será una técnica de separación más adecuada.

Figura 7. Configuración de un sistema GC



Fuente: autor Sánchez, M. (2021)

Descripción del equipo

Un cromatógrafo de gases, como se observa en la figura 7, por lo menos debe contener los siguientes elementos:

Tabla 1. Elementos de un Cromatógrafo de gases

Elementos de un GC	Características
Gas Portador (Fase Móvil)	Una fuente de gas portador regulado y purificado, que hace avanzar la muestra por el instrumento.

Elementos de un GC	Características
Puerto de Inyección	Que también actúa como vaporizador de las muestras líquidas
Columna (Fase Estacionaria)	En la que se produce la separación en función del tiempo.
Detector	Que genera una respuesta en forma de cambio de su salida eléctrica a medida que los componentes se eluyen de la columna.
Cromatograma	Salida: algún tipo de interpretación de los datos.

En la figura 8 se observa la forma de un instrumento común, en este caso es un instrumento Agilent 7890 A, además de su estructura, en torno a donde se encuentra el puerto de inyección, la columna, el horno y el detector o los detectores, además de su sistema de control, que puede ser a través del mismo instrumento o a través de un sistema de PC, en este caso un software.

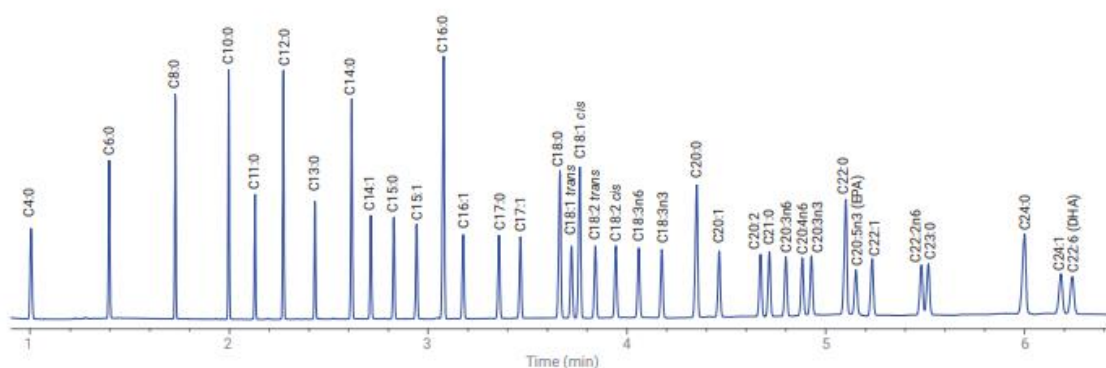
Figura 8. Instrumento de Cromatografía de Gases Agilent 7890



Fuente: Operación Cromatógrafo de gases 7890A. Agilent, (2010).

En el software de análisis de datos se obtendrá un cromatograma, luego de realizar y configurar un método en particular. El cromatograma, como el que se observa en la figura 9, representa la abundancia frente al tiempo. El tamaño de pico indica la cantidad de compuesto presente en la muestra. Cuanto mayor sea la concentración del compuesto, mayor área tendrá el pico obtenido. El tiempo de retención (t_R) es el tiempo que tarda un compuesto en atravesar la columna. Si la columna y todas las condiciones de funcionamiento no varían, un determinado compuesto siempre tendrá el mismo tiempo de retención.

Figura 9. Cromatograma de 37 componentes en FAME por GC/FID



Fuente: Nota de aplicación, determinación de FAME (Esteres Metílicos de los Ácidos Grasos) por GC. Agilent, (2014).

5. Descripción, delimitación y formulación del problema

El reto más grande que tienen los profesores en general, y en este caso los de ciencias en particular, es hacer que lo que se enseña tenga sentido y significado para quien aprende; y es ahí donde la evaluación debe ser más efectiva; ya no basta con indagar por lo que se aprende, hay que colocar al aprendiz en escenarios nuevos, que le permita resolver situaciones, donde apliquen ese saber aprendido, al abordar los problemas de manera interdisciplinar y desarrollar un pensamiento crítico – reflexivo en contextos situados, particulares y flexibles. Se debe avanzar no solamente en lo conceptual y dejar de utilizar los procesos evaluativos desde la perspectiva conductista, y centrarse más en una evaluación como una forma de aprender, cuya prioridad es la de promover la reflexión, la aplicación y articulación de las ideas para facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. De este modo, la evaluación es una parte integral del proceso de enseñanza y aprendizaje, en esta postura, se observa que la evaluación y el proceso de enseñanza se encuentran ligados, integrados y articulados. Una evaluación bien realizada debe tener entre sus funciones el regular el aprendizaje de quien aprende, dado que las decisiones que ellos toman para gestionar su estudio están condicionadas por las demandas evaluativas a las que tienen que enfrentarse.

Ahora bien, lo anterior no es propio del sistema educativo formal (Botero, J., 2018), también lo es para la educación para el trabajo y es así como en los laboratorios de Química Analítica, para realizar un análisis en particular, los analistas fundamentan su quehacer en el desarrollo de procedimientos que les permitan determinar la composición y estructura química de una muestra natural o artificial en una matriz diversa a partir de un conjunto de técnicas operacionales para la separación, identificación y cuantificación de los componentes de una muestra, según las necesidades del cliente, la finalidad en muchas ocasiones se centra en el seguimiento de unos procesos muchos de ellos previamente establecidos, restringiendo el pensamiento del profesional y la toma de decisiones fundamentadas. Este es un problema evidente en el sector de análisis actualmente, debido a la forma en que se trabaja allí y que ha impedido el desarrollo de habilidades procedimentales, con el fin de analizar, pensar, proponer, definir y solucionar un determinado problema producto de una determinación analítica.

En este orden de ideas, el laboratorio, se ha constituido históricamente en un escenario ideal para poder construir conocimientos y habilidades científicas, por esta razón, es importante construir

unas redes conceptuales y habilidades procedimentales a partir del trabajo experimental. De esta manera, la enseñanza de las ciencias no debe quedar vinculada solo al desarrollo teórico, también es importante, dar relevancia al trabajo práctico, logrando con esto, que los estudiantes o aprendices en el caso de la educación tecnológica desarrollen conocimientos teóricos, pero a su vez se pueda fortalecer el conocimiento obtenido y desarrollar habilidades de tipo procedimental tan importantes en el trabajo analítico. Es por lo anterior que las aulas especializadas como el laboratorio generan en el proceso educativo de las ciencias un espacio en el cual los estudiantes exploran, explican, reflexionan y piensan en función de modelos, construyendo su propio cuerpo de conocimientos. (Rocha y Bertelle, 2007). De acuerdo con Hofstein, (2004)

“las actividades de laboratorio adecuadas pueden ser efectivas en apoyar a los estudiantes a construir su conocimiento, desarrollar habilidades lógicas y de indagación, así como habilidades de resolución de problemas. También pueden apoyar el desarrollo de habilidades psicomotoras (manipulativas y de observación) y adicionalmente tienen un gran potencial en promover actitudes positivas y proveer a los estudiantes de oportunidades para desarrollar habilidades de cooperación y comunicación.”

Las aulas especializadas de laboratorio, son un lugar formativo, donde su objetivo principal está ligado a la producción, relación, comprensión y utilización de conceptos que permiten el desarrollo de habilidades de tipo procedimental por parte de los profesionales en química analítica, incentivando el desarrollo de una serie de habilidades, forjando las actitudes y los valores propios del quehacer científico en un entorno que considera los aspectos afectivos de los individuos en formación. En este orden de ideas, el trabajo se centró en incorporar como estrategia de enseñanza, la evaluación como una forma de aprender para el desarrollo de habilidades procedimentales de un grupo de profesionales o técnicos en aulas especializadas al abordar situaciones problema contextualizadas asociadas a la técnica de separación de cromatografía de gases.

Teniendo en cuenta la problemática actual relacionada con el poco desarrollo de habilidades del tipo procedimental, puestas en evidencia al momento de tomar decisiones y el mínimo desarrollo del pensamiento analítico, esta investigación respondió la pregunta de investigación que orientó este trabajo es: ¿Cuáles son las habilidades de tipo procedimental que desarrollan un grupo de

participantes en química analítica al abordar una serie de situaciones problema contextualizadas y orientadas desde la evaluación como una forma de aprender en la enseñanza de la técnica de separación de cromatografía de gases?

6. Objetivos

a. General

- Identificar las habilidades procedimentales que desarrollan un grupo de profesionales en química al abordar situaciones problema contextualizadas asociadas a la técnica de separación de cromatografía de gases fundamentada en la evaluación como una forma de aprender.

b. Específicos

- Diseñar una secuencia de actividades fundamentada en la evaluación como una forma de aprender y en la técnica de separación de cromatografía de gases para el desarrollo de habilidades procedimentales.
- Caracterizar las habilidades procedimentales que desarrollan un grupo de profesionales en química al realizar un conjunto de trabajos prácticos de laboratorio relacionados con la técnica de separación de cromatografía de gases.
- Establecer la eficacia didáctica de la secuencia en términos de los “niveles de desempeño” desde la taxonomía SOLO, en el desarrollo de las habilidades procedimentales de un grupo de profesionales en química analítica.

7. Diseño Metodológico

Este trabajo de investigación se encuentra inscrito en el grupo Didáctica y sus ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional, bajo la línea de investigación: *“la evaluación como una forma de aprender en ciencias”*. El trabajo que aquí se presenta tiene un alcance de corte Investigación Exploratoria, en donde el objetivo es examinar un tema o problema de investigación que ha sido poco estudiado, o del cual se tienen muchas dudas o no ha sido abordado con anterioridad (Nieves, E. 2020). Al no tener una fuerte documentación o investigaciones realizadas propiamente en este campo (Nieves, E. 2020), una investigación exploratoria es innovadora en tanto se familiariza con fenómenos relativamente desconocidos, y es la antesala de investigaciones de corte descriptivos, permiten obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de cómo la evaluación utilizada como una forma de aprender promueve las habilidades procedimentales en profesionales de Química Analítica, también este tipo de investigación indagó nuevos problemas, identificó conceptos o variables promisorias, estableciendo prioridades para investigaciones futuras.

El uso de estudios exploratorios permiten una familiarización con el tema que en esta investigación se quiere abordar, se obtiene información relevante que es innovadora en tanto abre un espacio de disertación a las características y objetivos obtenidos, se observan las tendencias que poseen profesionales en Química en torno a las habilidades procedimentales, además este estudio exploratorio permitió identificar los contextos más influyentes que promueven o potencian el desarrollo de las habilidades, como por ejemplo, la toma de decisiones, por lo tanto las habilidades procedimentales son promovidas cuando la forma en que se desarrolla la red conceptual se encuentra ligada a un alto trabajo procedimental, en donde la evaluación juega un papel fundamental que retro alimiente el proceso continuamente.

Dado que el estudio es de carácter exploratorio, fue necesario utilizar instrumentos cualitativos para obtener los datos necesarios para realizar un análisis y que permitan la comprensión de sus dinámicas cuyo fin es responder la pregunta de investigación y generar un conocimiento. El uso de este tipo de instrumentos promueve un cambio en las dinámicas reflexivas de los individuos, la forma como construyen habilidades procedimentales y ante la manera como abordan los problemas en correspondencia con su conocimiento permite darle solución a una problemática

en particular, desde lo cualitativo la recolección y tratamiento de datos se realizó a partir de las rúbricas, e instrumentos de evaluación diseñados para tal fin.

7.1 Participantes

La investigación se desarrolló con un grupo de profesionales que participaron en el Diplomado en Química Analítica Instrumental ofertado por el Centro de Capacitación y Entrenamiento (C2E) de Khymós S.A.S. Son 14 profesionales tecnólogos, ingenieros, licenciados y químicos puros que deciden ampliar sus conocimientos en el desarrollo de técnicas analíticas y fortalecer sus habilidades procedimentales.

Tabla 2. Frecuencia simple por profesionales

Tipo de carrera	Cantidad de personas
Tecnología en Química	4
Ingeniería Química	4
Química	5
Licenciatura en Química	1

Khymos S.A.S es una empresa que ofrece soluciones en Química Analítica Instrumental, siendo su principal servicio la distribución de equipos Agilent, el cual le ha permitido ser distribuidor autorizado y único para Colombia. La trayectoria que ha tenido la ha consolidado como una empresa a tener en cuenta y poder ofrecer diferentes portafolios según las necesidades del cliente y viendo esta necesidad es por ello que en 2006 Khymós crea C2e, la cual se comprometerá de manera responsable con la capacitación y entrenamiento, respaldado por años de experiencia y conocimiento, para usuarios de química analítica instrumental de laboratorios con altos estándares de calidad y desempeño a nivel nacional e internacional. El modelo utilizado en C2e está enfocado en la apropiación de la teoría y desarrollo de competencias técnicas con la ayuda de hardware y software de alta tecnología, buscando un aprendizaje útil y aplicable.

7.2 Fases de la investigación

La investigación tiene la finalidad de ser un referente en torno a la evaluación como una forma de aprender, por ello se estructuró en 3 fases, las cuales con la aplicación y desarrollo de las mismas dan respuesta al problema de investigación, estas fases son:

Tabla 3. Fases de Investigación

Diseño	Diseño de actividades desde la evaluación como una forma de aprender y construcción de instrumentos de recolección de información y validación que permitan caracterizar las habilidades procedimentales.
Aplicación	Aplicación de la propuesta de intervención, con una secuencia de actividades fundamentadas en la evaluación como una forma de aprender y la caracterización de habilidades a partir de la taxonomía SOLO
Consolidación	Análisis y aplicación de instrumentos finales, verificación de la propuesta de intervención.

7.2.1 Construcción de instrumentos

7.2.1.1 *Instrumento de entrada GC*

El cuestionario de diagnóstico (Anexo 1) que se aplicó a los participantes antes de dar inicio a la intervención tiene como finalidad determinar el nivel de dominio de los profesionales en química respecto a la técnica Cromatografía de Gases, este cuestionario de entrada consta de 6 preguntas, las primeras 4 de opción múltiple con única respuesta consisten en afirmaciones de una situación problema en particular (contexto), al final se realiza la pregunta y el participante según su dominio debe seleccionar una opción dentro de las cuatro posibles respuestas. En la segunda parte del instrumento de entrada, preguntas 5 y 6, se presentan preguntas de selección múltiple con múltiple respuesta.

La primera pregunta se relaciona con el conocimiento de las partes del instrumento, la pregunta 2 está relacionada con la separación cromatográfica, en particular a las características de la fase móvil, la pregunta 3 indagaba sobre los problemas frecuentes que se pueden presentar en un instrumento y en el análisis del cromatograma, la pregunta 4 se orientó en determinar el conocimiento acerca de las diferentes fases estacionarias (o columnas).

La segunda parte del instrumento corresponde a identificar el conocimiento que tienen los participantes sobre el contexto, el uso de la cromatografía de gases en las diferentes industrias, su aplicabilidad en las matrices de análisis (pregunta 5) y cómo es posible mejorar la sensibilidad de un instrumento a partir de un cambio en los parámetros del método en cromatografía de gases (pregunta 6). Este instrumento se evaluó teniendo en cuenta la rúbrica de evaluación habilidades procedimentales (Tabla 5) que correlaciona las dimensiones de las habilidades procedimentales con la Taxonomía SOLO, en este caso, el instrumento indagaba por un conocimiento de la técnica, y a partir de allí se buscó conocer el grado de conocimiento del procedimiento, este instrumento tenía todas las características de un conocimiento superficial por tanto se ubica, desde la taxonomía SOLO en un nivel Uniestructural.

Al ser un instrumento de entrada, que indagaba el grado de conocimiento, experticia de la técnica, los conceptos de la cromatografía de gases, se puede realizar una correlación con las dimensiones que según Coll (1994), deben ser necesarias en el desarrollo de las habilidades procedimentales y por tanto en el trabajo experimental, en este trabajo se realiza una articulación entre las dimensiones y la taxonomía SOLO, con la finalidad de establecer los niveles de comprensión del participante, que le permita reflexionar sobre su nivel de dominio, avanzando hacia un aprendizaje más profundo. (Biggs, 2006).

7.2.1.2 Rúbrica de evaluación habilidades procedimentales

En los procesos formativos y educativos, la rúbrica se ha pensado como un instrumento muy valioso para la evaluación. Son denominadas como aquellos documentos que recogen criterios e indicadores observables de los distintos niveles de logro en un proceso formativo. Permite realizar una valoración en el rendimiento de los participantes teniendo en cuenta un criterio que puede ser expresado generalmente en forma de una escala, que pueden ser de tipo cualitativa (por ejemplo: malo, bueno y excelente) o de tipo numérico (en donde se asigna una valoración dentro de un rango, siendo consistente y relativamente objetiva según los criterios) Correal., D. y Mendez., A. (2016).

Desde la metodología de evaluar como una forma de aprender, las rúbricas son una herramienta indispensable a la hora de promover aprendizajes, sobre todo en los laboratorios de análisis

químico, en el cual, las personas previamente pueden identificar los descriptores con los cuáles serán evaluados, identificando las habilidades procedimentales. Adicionalmente, la rúbrica, al presentar la información de una forma organizada y sistemática, facilitará la calidad de los procesos de aprendizaje, con el establecimiento de indicadores concretos, respaldados por descriptores, que serán constatados y son una información valiosa e indispensable, tanto para el instructor, como para el participante.

Las rúbricas que se presentan fueron diseñadas en torno a 3 dimensiones, las cuales según Coll (1994), son las dimensiones que se deben tener en cuenta en el momento de evaluar las habilidades procedimentales y las que se deben desarrollar en la actividad procedimental. Estas 3 dimensiones están descritas por niveles, siendo la primera dimensión un nivel primario. En la tabla 4, se presentan las dimensiones y su correspondiente definición, es de destacar que las definiciones de cada dimensión, fueron desarrolladas según la naturaleza de la investigación y de conformidad con la naturaleza de la tesis.

Tabla 4. Dimensiones procedimentales según Coll, deben darse en la adquisición de una habilidad de topo procedimental

Dimensión según Coll	Definición
Grado de conocimiento del procedimiento	En esta dimensión la persona comprende el tipo de técnica a desarrollar (GC), los fundamentos conceptuales y el manejo operacional básico.
Contextualización del procedimiento	En esta dimensión el participante establece relaciones significativas entre el área de trabajo en particular (cannabis, industria farmacéutica, alimentos, etc.) con los fundamentos de la técnica cromatográfica, al analizar diferentes adaptaciones de la técnica con problemas de aspectos socio científicos, ambientales y de algunas ramas asociadas a la química.
Automatización del procedimiento	Esta dimensión implica además del dominio de los fundamentos teóricos de la técnica, la descripción de aspectos asociados a la

	operación y manejo de equipo, al diseño experimental de un método analítico y elementos asociados a la validación de la técnica referenciada en un contexto en particular.
--	--

Las definiciones de cada una de las dimensiones se han realizado teniendo en cuenta la finalidad de la investigación, se realiza una correlación entre la dimensión y la temática de la técnica (la cromatografía de gases), las dimensiones se presentan desde lo más básico (el grado de conocimiento del procedimiento) que también puede ser correlacionado con la taxonomía SOLO y contrasta los niveles de progresión, que para este caso se encuentra en un nivel uniestructural. En un nivel intermedio podemos encontrar la dimensión denominada contextualización del procedimiento, que no solamente se relaciona con el conocimiento de las actividades que se deben desarrollar, sino que trae ese conocimiento a su quehacer diario y está en un nivel multiestructural. Finalmente, una dimensión denominada automatización del procedimiento, implica no solamente tener el conocimiento de las actividades y aplicarlas en su contexto, sino que también se resuelven problemas de corte procedimental que se pueden presentar tanto en las actividades rutinarias como en su contexto, esta dimensión está en el nivel relacional.

Poder realizar una correlación entre las dimensiones de las habilidades procedimentales y la taxonomía SOLO, le brinda participante un punto de partida de su conocimiento, se establece en un nivel de comprensión con la finalidad de plantear ideas de los conocimientos y habilidades por desarrollar en su quehacer. La rúbrica de evaluación de habilidades procedimentales (tabla 4), es un diseño del investigador que ha sido previamente validado, a través de un panel de expertos en didáctica y en cromatografía de gases, en ella se estructuran las 3 dimensiones anteriormente descritas que según Coll (1994), cada dimensión se encuentra subdividida en indicadores, los cuales describen las habilidades procedimentales que se encuentran inmersas en cada dimensión y finalmente 3 niveles de carácter cualitativo que describen la pertinencia y el alcance de cada indicador, es de resaltarse que las 3 dimensiones son de dificultad progresiva y reflejan las operaciones que los participantes aprenden.

En un primer momento nos encontramos con el grado de conocimiento del procedimiento, un nivel primario, en el cual los participantes, consolidan el conocimiento que tienen respecto a la

técnica analítica cromatografía de gases, además del conocimiento con respecto a la metodología o la serie de pasos que se deben seguir en el montaje de un sistema cromatográfico e idealmente la relación que los participantes pueden hacer conforme a las variables que puedan afectar el buen funcionamiento de un cromatógrafo.

La dimensión intermedia (contextualización del procedimiento), implicó para el participante tener la capacidad de realizar correlaciones entre una metodología analítica y el desarrollo de sus actividades rutinarias, por lo tanto, es necesario realizar un análisis de contexto en donde las problemáticas que se presenten en el equipo correspondan a las operaciones que se den en la industria en la cual él se encuentra, además de encontrar el problema y aislarlo para darle una correcta solución.

En un último nivel, se encuentra la dimensión automatización del procedimiento, el cual según Coll (1994) implicó un desarrollo máximo de las habilidades procedimentales, donde no solamente, debió identificar el procedimiento, analizarlo, contextualizarlo, pero además de todo esto se interrelacionó con su quehacer y sus saberes, para poder dar soluciones a problemas rutinarios. Por ello, el desarrollo de esta dimensión está en identificar las características más importantes del procedimiento, encontrando las variables que puedan afectar el procedimiento siendo específico en una industria del contexto situado, además de planificar las acciones necesarias para el buen uso de la metodología y así al final realizar el procedimiento propuesto con la finalidad de identificar o cuantificar un analito de interés por cromatografía de gases. En la tabla 5, se muestra la rúbrica con las dimensiones, los indicadores y los niveles de desempeño de la misma, que ha sido construida por el autor de la investigación

Tabla 5. Rúbrica de Evaluación que describe el grado de desempeño según las Habilidades procedimentales

Dimensión	Indicadores	Nivel de desempeño		
		Novato	Avanzado	Experto
Grado de conocimiento del procedimiento	Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico	La descripción se realiza de manera superficial, no enlista todas las partes del instrumento y no conoce el	Describe las partes del equipo, conoce el manejo operacional, sin embargo, no identifica	Se realiza una descripción detallada de las partes, sabe la configuración del instrumento y el manejo del mismo,

Dimensión	Indicadores	Nivel de desempeño		
		Novato	Avanzado	Experto
	asociado a la técnica	funcionamiento del equipo	problemas en el equipo	identifica problemas y plantea una solución
	Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC	La relación entre las variables no es discutida.	La relación entre las variables es discutida y las tendencias son analizadas lógicamente.	La relación entre las variables es discutida y las tendencias son analizadas lógicamente. Las predicciones son hechas sobre lo que podría pasar si parte del laboratorio fuese cambiado o cómo podría ser cambiado el diseño experimental.
Contextualización del procedimiento	Identifica la relación que existe entre una metodología con su quehacer diario	En el procedimiento no se enlista de forma precisa la metodología desarrollada y no se realiza ninguna relación con su trabajo diario	Los procedimientos están enlistados en un orden lógico, pero los pasos no están enumerados y/o no son oraciones completas y no existe una relación con su trabajo diario	Los procedimientos están enlistados con pasos claros. Cada paso está enumerado y es una oración completa. Se encuentra una relación con el desarrollo del trabajo diario
	Analiza el contexto	No se propone una hipótesis.	La relación postulada entre las variables y los resultados anticipados está razonablemente basada en el conocimiento general y en observaciones.	La relación postulada entre las variables y los resultados anticipados es clara y razonablemente basada en lo que ha sido estudiado.

Dimensión	Indicadores	Nivel de desempeño		
		Novato	Avanzado	Experto
	Planifica las acciones a desarrollar para solucionar un problema en su quehacer diario a través de un diseño experimental	El diseño experimental no está relacionado a la hipótesis.	El diseño experimental es adecuado para la prueba de la hipótesis, pero deja algunas preguntas sin responder.	El diseño experimental es una prueba bien-construida de la hipótesis presentada.
Automatización del procedimiento	Identifica las características más importantes del procedimiento a desarrollar	Los procedimientos están enlistados, pero no están en un orden lógico o son difíciles de seguir.	Los procedimientos están enlistados en un orden lógico, pero los pasos no están enumerados y/o no son oraciones completas.	Los procedimientos están enlistados con pasos claros. Cada paso está enumerado y es una oración completa.
	Analiza todas las variables que pueden afectar en el desarrollo experimental	Se analizan 3 o menos variables las cuales se describen de manera clara	Se analizan de 3 a 6 variables que se describen de manera clara y lenguaje técnico	Se analizan mas de 6 variables que se describen claramente con un lenguaje técnico.
	Planifica el paso a paso que debe tener en cuenta para realizar la experimentación	Realiza un esquema procedimental, pero tiene errores en el procedimiento propuesto y no se usa el lenguaje técnico	Se realiza un esquema procedimental que presenta las variables, pero no hay un análisis de variables	Se realiza un esquema procedimental, utiliza lenguaje técnico y analiza las variables.
	Realiza la experimentación basada en el procedimiento	Presenta dificultades al momento de desarrollar la parte experimental, se evidencia falta de conocimiento en los procesos.	Desarrolla el procedimiento según se enlista en la metodología, sin embargo, paso por alto las variables que lo afectan.	Se desarrolla paso a paso el procedimiento experimental según lo describe la metodología.

7.2.2 Aplicación de la propuesta de intervención

7.2.2.1 Desarrollo de las actividades de intervención

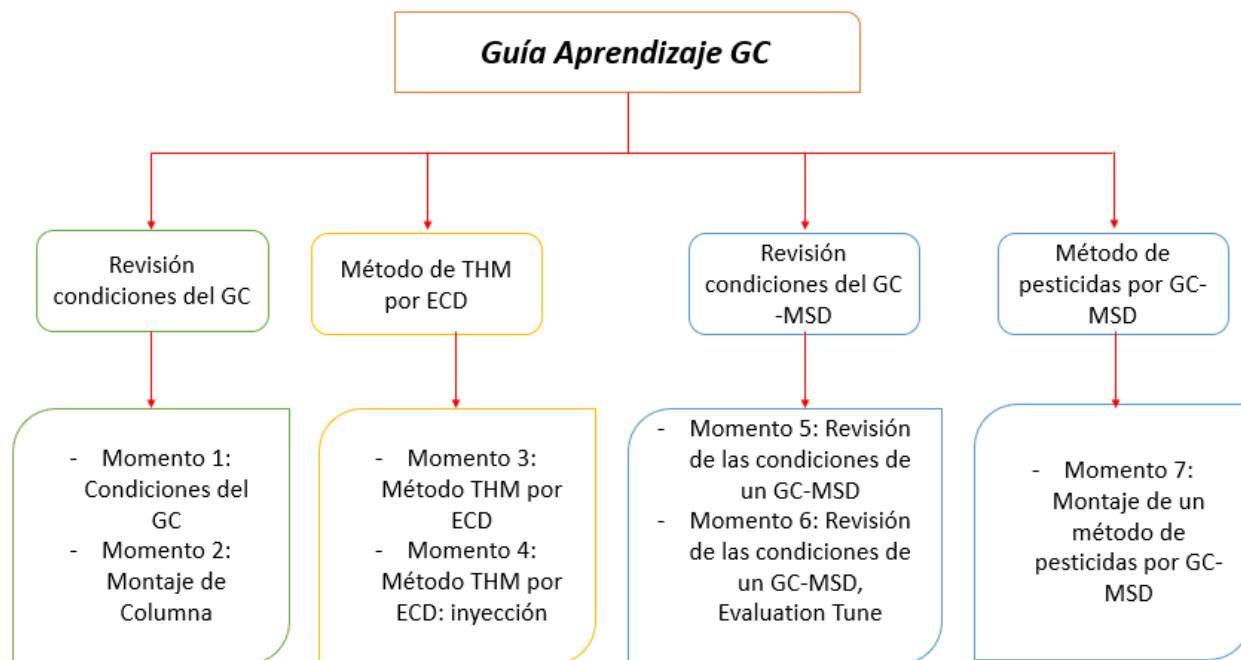
El desarrollo de actividades que estimulan el progreso y fortalecimiento de las habilidades procedimentales y que se enmarcan en la evaluación como una forma de aprender permiten a los participantes una forma de aprendizaje que potencia habilidades como cuestionarse, el desarrollo de pensamiento y análisis de situaciones problema, poder pensar de forma crítica, y toma de decisiones fundamentadas al resolver problemas. De este modo, la actividad de intervención se encuentra centrada en el desarrollo del aprendizaje y el centro de atención se focaliza en el participante, pudiendo así de esta forma ser más participativo, hacer parte en el procedimiento, e interactuar mucho más con el instrumento.

La relación entre la taxonomía SOLO y la evaluación como una forma de aprender es evidente en el desarrollo de estas actividades, puesto que supone una progresión del pensamiento en niveles desde el conocimiento uniestructural, multiestructural y relacional, en donde las dos primeras corresponden a un aprendizaje superficial (fase cuantitativa) mientras que la última hace parte de un aprendizaje profundo, (fase cualitativa). De igual forma la presentación de los laboratorios fue de tal forma que en los niveles más superficiales, la información que tiene y posee el participante es extensa y detallada, pero conforme se va avanzando se va aumentando el nivel de complejidad y dominio de las habilidades y las actividades empiezan a cambiar por un tono más reflexivo, en donde el participante debe realizar un análisis crítico y plantear reflexiones con respecto a su aprendizaje.

Se diseña una guía (anexo 2) con 4 actividades experimentales, figura 10, a desarrollar por parte de los participantes del Diplomado en Análisis Químico Instrumental, orientado en la empresa Khymós S.A.S., estas cuatro prácticas se presentan desde un nivel uniestructural (conocimiento de la técnica cromatografía de gases y alistamiento del equipo) y conforme se va avanzando se vuelven más complejas hasta llegar a la última práctica (montaje de un método de pesticidas por GC-MSD Mass Selective Detector). Al inicio de las actividades prácticas el participante se le presentó el objetivo de aprendizaje (qué quiero que) y el flujo de aprendizaje que permitió desarrollar las habilidades procedimentales, en una segunda parte se encuentra la información básica como las competencias a desarrollar, una introducción que contextualizó al participante

respecto a una problemática real, los equipos y el material a utilizar y consideraciones de seguridad.

Figura 10. Actividades experimentales con sus momentos



Momento 1: Revisión de las condiciones del cromatógrafo de gases

En esta actividad práctica el participante debe verificar las condiciones iniciales del instrumento, allí revisó el encendido y apagado del mismo, las conexiones de gas y que los EPC (Electronic Pneumatics Control) se encuentren habilitados y funcionales, también identificó el tipo de detector y los gases que se deben usar para el mismo. Durante la práctica, constantemente se solicitó al participante realizar una reflexión de su conocimiento a través de una pregunta orientadora en donde él, según su criterio, propuso darle solución a una problemática.

Momento 2: Montaje de la columna

En esta práctica el participante realiza el montaje de la columna siguiendo un procedimiento establecido por el fabricante, al inicio se presenta una situación problema respecto a la identificación de los Ésteres Metílicos de los Ácidos Grasos (FAMEs por sus siglas en inglés), los materiales que debe preparar y unos procedimientos desorganizados en los cuales están distribuidos en tres secciones distribuidas por colores, donde el verde indica la parte inicial, el

amarillo postura de la columna y azul verificación del correcto funcionamiento y en los cuales sugirió una propuesta de los pasos para la instalación de la columna. Finalmente se presenta una reflexión final que debe realizar con los compañeros y el instructor encargado.

Momento 3: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD (Electron Capture Detector)

En esta práctica se describe una situación problema inicial con respecto al riesgo de darse una ducha con agua, esto debido a la presencia de TriHaloMetanos (THM) en el agua, posterior a ello se le brinda una información y con esta información se le solicita al participante la propuesta de un método que permita identificar THM en agua.

Momento 4: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD: Preparación e inyección de la muestra

En esta parte de la práctica el participante debe diseñar y proponer una metodología para realizar la derivatización y extracción de la muestra, a partir de un procedimiento previamente establecido, se presenta una tabla que debe ordenar y justificar la razón de su elección. Finalmente, el participante debe realizar un análisis de THM en una muestra de agua de grifo y discutir los resultados con los participantes y con el instructor.

Momento 5: Revisión de las condiciones de un GC con MSD (Mass Selective Detector)

Este momento ya empieza a evidenciar un nivel mucho más alto en la estructura mental del participante, puesto que se trata no solamente de revisar las condiciones de un cromatógrafo de gases, sino que se debe revisar un detector selectivo de masas, el desarrollo de las actividades ya implica por parte del participante un auto reconocimiento del aprendizaje y de las habilidades que ha desarrollado en los momentos anteriores, se presenta al principio unas situaciones problema en las cuales se explica el por qué y el para que dé la realización de un Tune en el detector, posteriormente deben proponer una solución a una problemática y una discusión en torno a la propuesta de solución.

Momento 6: Revisión de las condiciones de un GC con MSD: Evaluation Tune

En esta práctica el participante debe revisar las condiciones en tanto a los parámetros del archivo Tune (seleccionar entre el Atune o el Stune), verificar las temperaturas de la fuente y del cuadrupolo y seleccionar el sistema de detección (pudiendo tratarse de un SIM o un SCAN) y

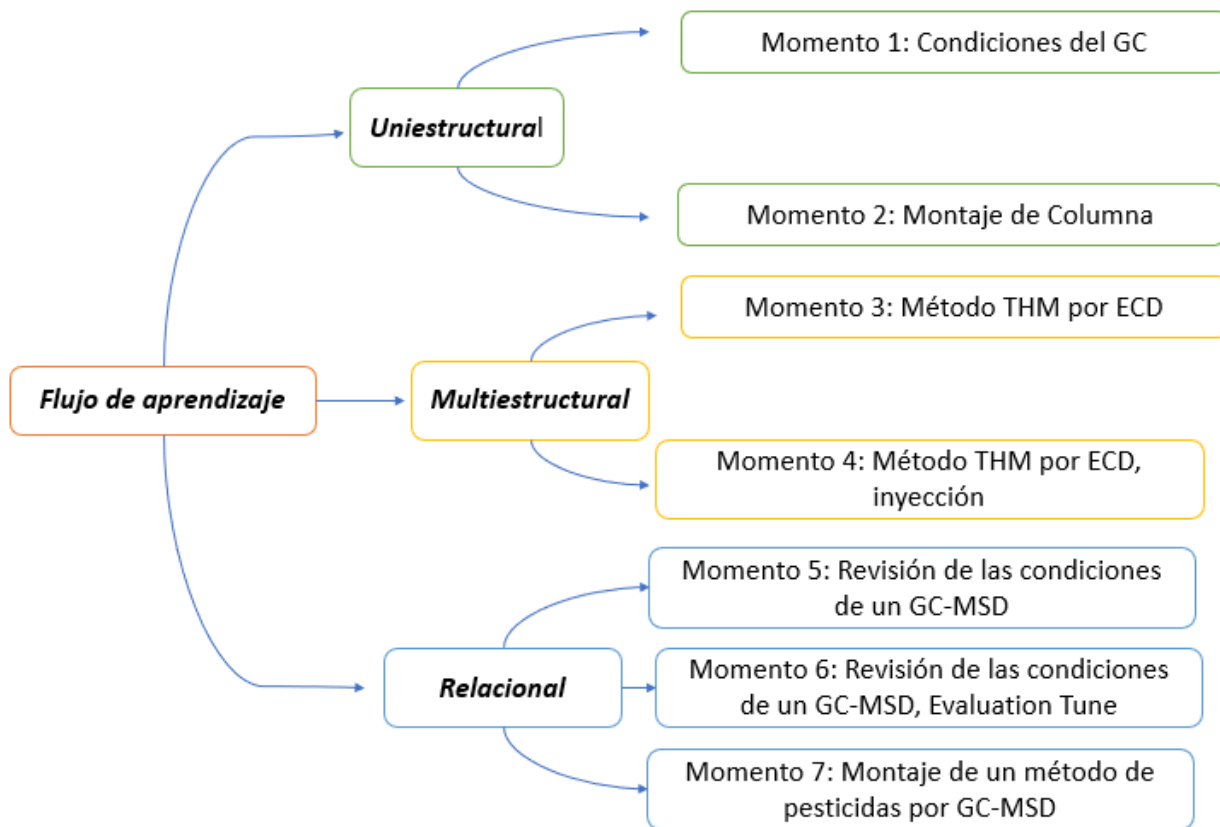
finalmente en el software desarrollar la revisión del instrumento (Evaluation Tune) con la finalidad de determinar el estado del mismo y analizar posibles errores del sistema y así posteriormente proponer una solución.

Momento 7: Montaje de un método de pesticidas por GC-MSD

Finalmente, el momento 7 se diseñó con la finalidad de que los participantes a través de todo el flujo de aprendizaje, puedan realizar una propuesta en el montaje de un método para la determinación de un pesticida por GC-MSD. En esta práctica, las actividades dan cuenta de las habilidades procedimentales, se presentan una formulación de un problema cotidiano, y ellos deben realizar la propuesta de un método que permita identificar y cuantificar los pesticidas presentes en una muestra de cannabis, al final se debe realizar una discusión, expedir los resultados y analizarlos y evidenciar la eficacia del método propuesto.

Esta guía tiene un flujo que va a ir en aumento de la complejidad, en la figura 11 se presenta el esquema del flujo de aprendizaje por los momentos, pasando desde un nivel multiestructural, en donde la serie de habilidades procedimentales son sencillas y los procesos son sencillos, solo debe identificar, reconocer, y en alguna parte enumerar. Posteriormente los momentos 3 y 4, el proceso implica un nivel más complejo que el anterior, las habilidades procedimentales ya deben verse reflejadas en un análisis y reconocimiento del contexto, encontrándose en un nivel multiestructural. Al final los momentos 5 a 7, no solo implica el reconocimiento del procedimiento y la aplicabilidad del mismo, sino que, además, debe relacionar el flujo del conocimiento con un análisis, una aplicación y una propuesta en la resolución de problemas. En todo momento durante la aplicabilidad de la práctica, el participante se cuestiona sobre la efectividad de lo propuesto, se cuestiona si las cosas se están realizando como lo indican los procedimientos establecidos, y se plantea un desarrollo cognitivo que evidencia las habilidades procedimentales.

Figura 11. Flujo de aprendizaje descritos en 7 momentos, divididos en 3 grupos (*uniestructural, Multiestructural y relacional*).



7.2.2.2 Formato Marcación de módulos

La actividad práctica desarrollada a través de la guía debe ser revisada y reconocer los flujos de aprendizaje que se van consolidando, al ser un desarrollo práctico, que implica acción por parte del participante, es importante darles un seguimiento a las habilidades promovidas y verificar el nivel en donde este pueda encontrarse en todo el momento de la actividad. El formato denominado marcación de módulos (anexo 3, 4, 5 y 6), permite darles un seguimiento a los niveles de desempeño según la taxonomía SOLO, con la finalidad de reconocer fallas y poder corregirlas a tiempo, el formato presenta un encabezado del momento, nombre del profesional que se está evaluando, identificación (ID) de la dimensión, descripción de la dimensión, la fecha en que se realiza la marcación, la forma en que se realiza la medición, la descripción del juzgamiento, la puntuación, descripción, el requisito y la marca final. Esta marcación puede entenderse como la forma en que el instructor (juez) evalúa los procedimientos desarrollados por

el participante, si existe cumplimiento de las actividades y como este las desarrolla, al final pudiendo ubicarlo en un nivel de desempeño según las dimensiones descritas.

7.2.3 Análisis de Instrumentos y verificación de la propuesta

7.2.3.1 Instrumento de Salida

El cuestionario de salida tiene la finalidad de desarrollar una reflexión entre los participantes, respecto a las temáticas desarrolladas, el reconocimiento de las habilidades procedimentales y el uso de la evaluación como una forma de aprender, que esta implícita en el ejercicio y resolución del instrumento. Este instrumento (anexo 7) presenta una diferencia en tanto al instrumento de entrada, ya que no presenta preguntas cerradas, sino que se presentan cinco situaciones problema, en la primera se describe un equipo para un análisis de gasolina por cromatografía de gases, a partir de esta información el participante debe organizar en orden la serie de acciones para realizar un montaje, indicando el paso y la razón del porque se realiza este paso.

En la pregunta número dos los participantes deben describir el fundamento para realizar un análisis cualitativo de una matriz en cromatografía de gases, en la pregunta 3 se presenta una situación problema respecto a los consumibles y el efecto que este puede llegar a tener. Finalmente, las situaciones 4 y 5 presentan una serie de cromatogramas en los cuales se debe realizar un análisis respecto al problema que se está presentando y plantear una solución respecto al mismo. Estas situaciones son abiertas que serán analizadas a través de los criterios establecidos en la rúbrica de evaluación de habilidades procedimentales (tabla 5), en las cuales se observó que pueden describir términos semejantes que den solución al problema planteado, y así realizar una correlación entre las habilidades procedimentales y los niveles de desempeño a propósito de los indicadores formulados para cada dimensión de la técnica analítica.

En este instrumento no solamente se revisó los conocimientos adquiridos con respecto a la técnica analítica cromatografía de gases, sino que, también se evidencian las habilidades según sus dimensiones y permite darse una discusión en torno a la efectividad en la aplicación de la intervención, si los aprendizajes y habilidades adquiridos son los adecuados y de igual forma el participante podrá hacer un reconocimiento de la dimensión, esto con la finalidad de que pueda mejorar aspectos que han quedado relegados, y los que ya se tienen poder reforzarlos.

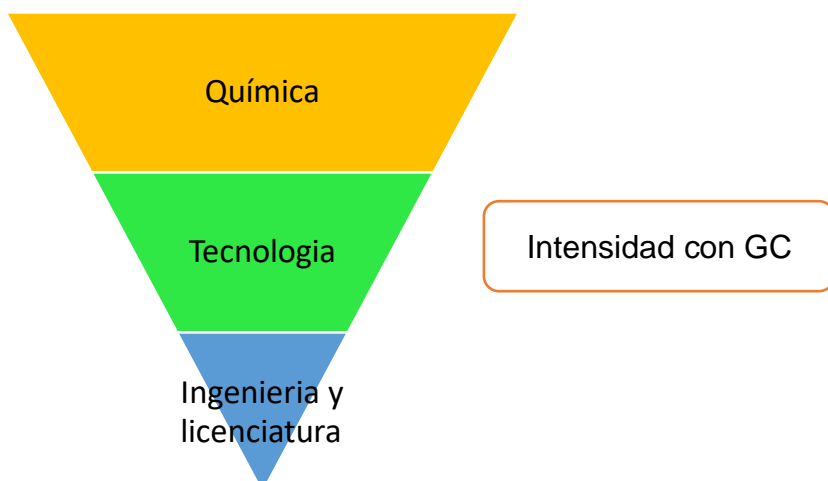
8. Resultados y discusión

8.1 Caracterización de los participantes

En el Diplomado de Química Analítica Instrumental participaron 14 personas, de las cuales 10 son mujeres entre las edades de 20 a 25 años de edad, y 4 hombres entre las edades de 22 a 27 años. El grupo se encuentra conformado por 5 profesionales en Química egresados de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), 4 ingenieros Químicos egresados de la Universidad América, 4 Tecnólogos en Química Aplicada a la Industria y una Licenciada en Química que se encuentra estudiando en la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Esta caracterización por profesiones permite ser un punto de partida en la base de conocimientos que poseen los participantes, como se muestra en la figura 12, en donde el color azul corresponde a la intensidad de la formación analítica en la profesión Químico, el color verde a la intensidad de formación, menor al anterior grupo, y finalmente el amarillo q la poca intensidad en los dos grupos descritos.

Es de resaltar que en la profesión de Químico existe una mayor intensidad en el área de Química Analítica y en la parte instrumental, puesto que los participantes indicaban que en la carrera que cursaron o se encuentran cursando si abordan la teoría de la cromatografía de gases, sus partes esenciales y la finalidad de la técnica, además de conocer sobre las diferentes ecuaciones que son utilizadas para realizar un análisis de un cromatograma, como por ejemplo la resolución de un pico, hallar el área y realizar procesos de integración adecuados, establecer parámetros de anchura de pico y factores de retención e índice de retención. Poseen conocimiento sobre los platos teóricos y por qué este término está asociado a la columna, sin embargo, debe resaltarse que la interacción con el instrumento es poca, puesto que en las Universidad no era posible manipular directamente los instrumentos y mucho menos hacerles un mantenimiento de usuario.

Figura 12. Tiempo de interacción con la técnica de GC de acuerdo a cada profesión



Los tecnólogos a diferencia de los ingenieros y licenciados en Química, tienen un conocimiento de la técnica, han desarrollado conceptos teóricos de la cromatografía de gases, sin embargo, no conocen las partes del equipo y aunque si realizan prácticas de cromatografía, la interacción con el instrumento se limita a la observación y análisis de cromatogramas. Los ingenieros y licenciados son los profesionales que no tienen el suficiente conocimiento de la técnica instrumental, los programas de formación y el currículo, no tiene un componente fuerte en análisis químico y las prácticas de laboratorio no cuentan con la instrumentación que permita darles un bagaje a los participantes, por tanto, según los participantes, la cromatografía de gases es desconocida, no conocen las partes de un cromatógrafo y tampoco han interactuado con el instrumento.

8.2 Instrumento recolección de información de entrada: Cromatografía de gases

La clasificación anterior permitió diferenciar la relación y el aprendizaje que tuvieron los participantes en su momento de formación profesional, en el caso de los químicos y los tecnólogos, según las respuestas del instrumento de entrada, en la dimensión del grado de conocimiento del procedimiento para el primer indicador, "Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico asociado a la técnica", los 5 se ubicaron en un nivel de desempeño avanzado como se muestra en la tabla 6, puesto que realizaron una descripción de las partes del instrumento (pregunta 1), conocen el manejo

operacional del cromatógrafo (preguntas 2 y 4), pero no pueden identificar los problemas que están asociados a la técnica instrumental (preguntas 3 y 6).

Tabla 6. *Distribución de niveles de desempeño en el instrumento inicial*

Profesional	Nivel de desempeño
Químico	Avanzado
Tecnólogo	Avanzado
Ingeniero	Novato
Licenciado	Novato

Del segundo indicador “Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC” los cuales hacen parte de la información indagada en las preguntas 2 (tipo de fase móvil), 3 (problemas del cromatograma), 4 (columna) y 5 (industrias), tanto los químicos como los tecnólogos se ubican en el desempeño avanzado, identificando los tipos de fase móvil que se deben utilizar, y las características de la misma, aquellos problemas asociados al cromatograma y la incidencia de la columna en un análisis cromatográfico con su respectivo uso en la industria. Sin embargo, es de destacarse que tanto los ingenieros como la licenciada tenían dificultad o desconocen las variables que pueden incidir en el desarrollo de la técnica, puesto que no tenían la claridad de las características de la fase móvil, desconocían la importancia del análisis de los solventes residuales y aquellos parámetros que pueden llegar a influir en los resultados y con respecto a la fase estacionaria no tenían el dominio de su funcionalidad y cuáles eran sus componentes fundamentales.

Los resultados si bien indican que hay un grupo de participantes que se encuentran en una dimensión avanzada que les permite tener unos fundamentos de la técnica analítica, el grupo de Ingenieros y la licenciada no tiene el mismo bagaje conceptual, por ello es necesario realizar un foro de actividades planteadas desde la plataforma Moodle del Centro de Capacitación y entrenamiento C2e, en donde todo el grupo a partir de unas lecturas, una serie de videos y un espacio de retroalimentación con el instructor revisaron aspectos conceptuales respecto de la técnica cromatográfica, las características principales y las partes del instrumento. En la figura 13 se presentan ejemplos de los foros realizados, de las actividades desarrolladas y la actividad “virtual práctica”.

En la plataforma Moodle de C2e se encuentra el contenido teórico de la técnica, videos y lecturas que la empresa Khymós utiliza como base inicial de estudio para realizar una nivelación de los participantes, para el caso de la técnica Cromatografía de Gases, se divide en 3 unidades: Fundamentos teóricos, cálculos, manejo de fallas y aplicaciones y manejo de software, cada una de ellas distribuidas en sub unidades como se muestra en la tabla 7.

Figura 13. Pantallazo de la página Moodle del centro de capacitación y entrenamiento

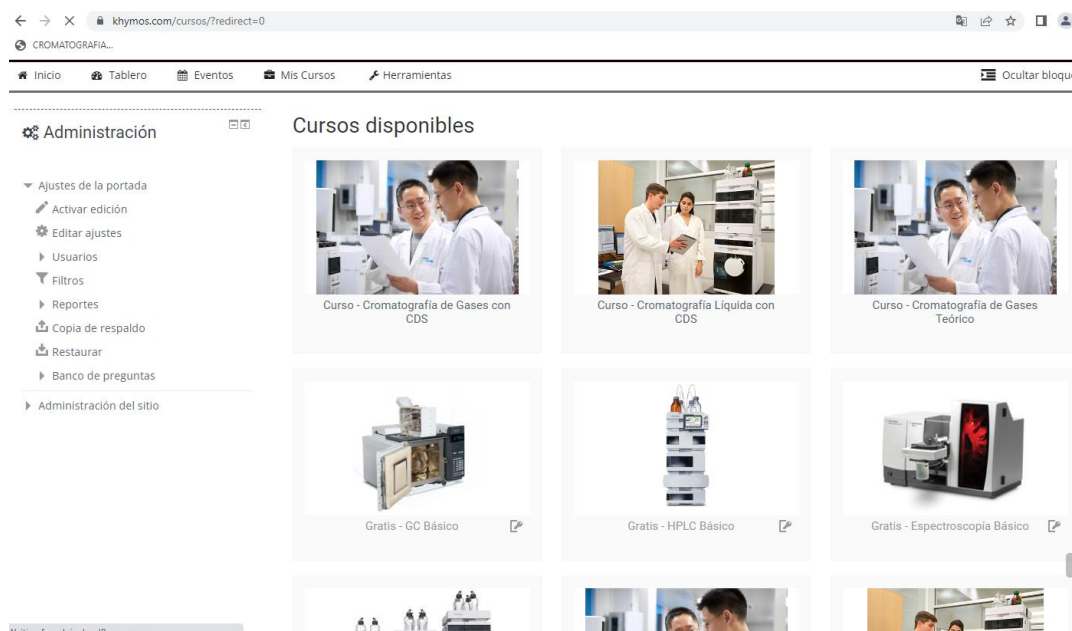


Tabla 7. Distribución de Unidades de GC en Diplomado de Química en Khymós

Unidad	Sub-Unidad
Fundamentos Teóricos	Fundamentos Teóricos de GC
	La separación cromatográfica
	Desarrollo de métodos
Cálculos Manejo de fallas y aplicaciones	Cálculos
	Manejo de Fallas
	Aplicaciones
Manejo de Software y Control de datos	Adquisición de datos
	Secuencia
	Calibración, cuantificación y reporte

8.3 Aplicación de la propuesta de intervención

El Diplomado en Química Analítica Instrumental ofrecido por el centro de capacitación y entrenamiento C2e, contiene varios módulos dentro de los cuales el componente experimental se desarrolla en un 70% del total de la formación, esto quiere decir que la ideología que se utiliza es que el participante pueda tener una mayor interacción con el instrumento, que aprenda a utilizarlo, conozca sus partes y pueda perder ciertos miedos que son infundados en la formación profesional. De esta manera la propuesta de intervención combina los fundamentos teóricos con la práctica, se estructuró e implementó 7 momentos de trabajo, en los cuales los participantes comienzan según la taxonomía SOLO desde un nivel Uniestructural, y conforme los momentos se iban desarrollando, los niveles de dificultad aumentaban, pasando por el nivel multiestructural y al final llegando al relacional. De igual forma y según la rúbrica que distribuía las dimensiones, en la tabla 8 se presentan las dimensiones y los indicadores correspondientes a cada sesión.

Tabla 8. Descripción de las dimensiones por los 7 momentos

Sesión	Dimensión	Indicador
Revisión de las condiciones del cromatógrafo de gases	Grado de conocimiento del procedimiento	Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico asociado a la técnica
Montaje de la columna	Grado de conocimiento del procedimiento	Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico asociado a la técnica
		Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC
Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD (Electron Capture Detector)	Grado de conocimiento del procedimiento	Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC
	Contextualización del procedimiento	Analiza el contexto

Sesión	Dimensión	Indicador
Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD: Preparación e inyección de la muestra	Grado de conocimiento del procedimiento	Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC
	Contextualización del procedimiento	Identifica la relación que existe entre una metodología con su quehacer diario
Revisión de las condiciones de un GC con MSD	Grado de conocimiento del procedimiento	Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico asociado a la técnica
	Contextualización del procedimiento	Analiza el contexto
	Automatización del procedimiento	Planifica el paso a paso que debe tener en cuenta para realizar la experimentación
Revisión de las condiciones de un GC con MSD: Evaluation Tune	Contextualización del procedimiento	Identifica la relación que existe entre una metodología con su quehacer diario
	Automatización del procedimiento	Identifica las características más importantes del procedimiento a desarrollar
		Analiza todas las variables que pueden afectar en el desarrollo experimental
Montaje de un método de pesticidas por GC-MSD	Contextualización del procedimiento	Analiza el contexto
	Automatización del procedimiento	Planifica el paso a paso que debe tener en cuenta para realizar la experimentación
		Realiza la experimentación basada en el procedimiento

Momento 1 y 2: Revisión de las condiciones del cromatógrafo de gases

Los participantes realizaron la lectura introductoria respecto a las condiciones iniciales que deben ser revisadas en un instrumento, se distribuyeron por equipos de trabajo de 3 personas conformando 5 grupos, cada grupo tenía un cromatógrafo para desarrollar la guía, en la tabla 9 se muestran la distribución de los grupos por áreas de formación, la cual se realizó de manera libre.

Tabla 9. Grupos por área de formación

Grupo	Área de formación
1	3 químicos
2	2 químicos y 1 ingeniero químico
3	3 ingenieros químicos
4	3 tecnólogos
5	1 licenciado y 1 tecnólogo

Para el caso de la revisión del cromatógrafo y su buen funcionamiento los grupos 1, 2 y 4 realizaron una propuesta acorde presentada en una tabla, como la que se muestra en la figura 14 y anexo 8, donde se realizó la revisión de los gases, se muestra una correlación que realiza el grupo 1, teniendo en cuenta gases como el hidrógeno, aire y nitrógeno, describiendo correctamente el gas de arrastre y make up del detector a utilizar, y en la tabla presentada por los participantes, se tienen en cuenta variables como la presión de los gases y la revisión de fugas, los grupos 3 y 5 presentaron una tabla que mencionaba el gas que se debía revisar sin embargo, no existe una correlación entre las variables, no tienen en cuenta las unidades de los gases y la descripción se hace de manera muy superficial, esto indica que no tenían el conocimiento adecuado de la técnica, no propusieron realizar la revisión de las conexiones de gas y la revisión del equipo en general.

Figura 14. Tabla correlación funcionamiento de GC

Tipo de Detector	Nitrógeno	Hidrogeno	Aire
Detector captura de Electrones	Sirve como gas de fase móvil y gas de <u>make up</u>	No aplica	No aplica
Pureza del gas	El gas <u>está</u> en un 99,9997% puro según certificado No. 356	El gas está en un 99,9998% puro según certificado No. 344	El gas está en un 99,9997% puro según certificado No. 312
Presión de la pipeta	La presión se encuentra según manómetro a 110 psi	La presión se encuentra según manómetro a 110 psi	La presión se encuentra según manómetro a 120 psi

Para todos los grupos, fue evidente la poca interacción con el instrumento, ya que al momento de verificar la forma en cómo se debía revisar la presencia de fugas ninguno de los grupos propuso el procedimiento correspondiente para dar solución a esta situación, por tanto, el instructor a cargo tuvo que realizar una retroalimentación para dar paso a la revisión correspondiente. Las propuestas presentadas por los grupos fueron analizadas por el experto instructor, puestas a discusión con cada grupo y evaluadas a través del formato de marcación de modulo para los momentos 1 y 2. En la tabla 11 se describen los resultados obtenidos a cada nivel de desempeño y la evaluación de los grupos según las dimensiones. Se indica con color verde el correspondiente desempeño logrado.

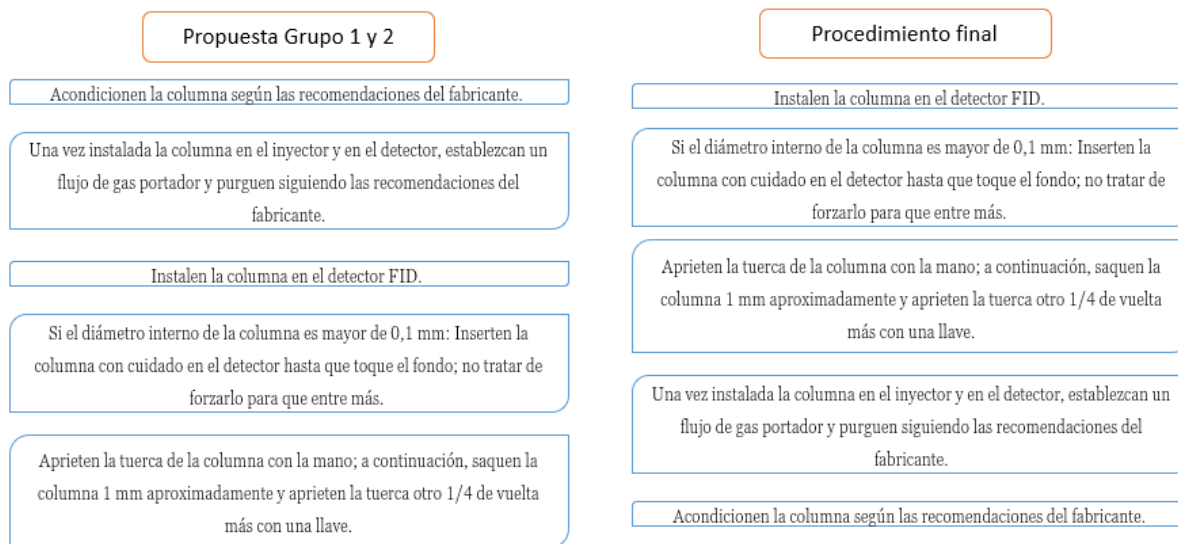
Tabla 10. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 1

Numero de grupo	Indicador: Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico asociado a la técnica		
	Momento: Revisión de las condiciones del cromatógrafo de gases		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Para el caso del segundo momento cada grupo estableció criterios de organización del procedimiento para la instalación de la columna, siendo los colores los niveles de complejidad del procedimiento, por lo cual esto permitió determinar que, si la propuesta se encuentra organizada de manera correcta, se podría relacionar el grupo con el nivel de desempeño Experto. Los grupos 1 y 2 organizaron de manera efectiva 2 de los 3 niveles procedimentales (colores amarillo y verde), pero para el último nivel (color azul) la propuesta presentaba tenía errores, en la figura 15 se presenta la organización presentada para los grupos 1 y 2.

Como se observa en la figura 15, se comparan 2 tablas, en la izquierda las propuestas de los grupos 1 y 2, en la derecha el procedimiento u organización según lo especifica el fabricante, para poder dar una propuesta procedimental adecuada para la instalación de columna, los grupos 1 y 2 al desconocer la forma de colocación, no tuvieron en cuenta el diámetro interno de la columna, previamente a realizar la instalación, primero sugirieron colocarla en el inyector y detector antes de revisar el diámetro interno y la forma en cómo se debe colocar en el FID, no midieron el milímetro y por tanto estaban sugiriendo purgarla antes de apretar la tuerca.

Figura 15. Propuesta grupos 1 y 2 instalación columna



En la figura 16 se observa la propuesta para el procedimiento amarillo del grupo 3, en la parte izquierda se observa la propuesta realizada por el grupo, mientras que en la parte derecha se observa la organización como lo indica el procedimiento según el fabricante, de forma similar

tanto los grupos 4 como 5 organizaron solamente el primer nivel de manera adecuada (color verde) mientras que los colores amarillo y azul no correspondían con el procedimiento. En la propuesta de los grupos anteriormente mencionados se ve que se guían por el número de la figura para la propuesta procedimental, pero no tienen en cuenta la limpieza de las paredes de la columna, lo que pueda generar picos fantasmas, sugirieron que se debía apretar la tuerca antes de ajustar la posición de la columna frente al septum, lo que puede generar procesos de pérdida de fase móvil y fugas, permitiendo que el sistema caiga. En la tabla 11a y 11b, se presentan los resultados, el nivel según la taxonomía SOLO y el desempeño para cada grupo.

Si los 5 grupos no organizaban de manera correcta el procedimiento para la instalación de la columna, no se podría utilizar el equipo y por consiguiente tendría fallas, en el caso del segundo indicador "identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC" como se indica en la tabla 11b, los 5 grupos se encuentran en un nivel de desempeño avanzado, luego de realizar un análisis con los mismos compañeros, de evidenciar los errores que se presentaron al momento de plantear el procedimiento de instalación de la columna, como por ejemplo la limpieza de la columna, ajustar la posición de columna en el puerto antes de apretar, antes de poder acondicionarla, asegurarse que este bien colocada, que este previamente configurada y elegir la fase móvil adecuada y que el instructor pudiera regular el aprendizaje con la finalidad de plantear el procedimiento adecuado y realizarlo, los participantes en el momento en que se encontraban instalando la columna reconocieron las equivocaciones y organizaron de manera adecuada el procedimiento.

Figura 16. Falta del procedimiento color amarillo del grupo 3


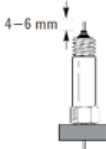
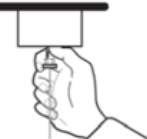

Propuesta Grupo 3 (color amarillo)	Procedimiento final
<p>Coloquen la columna de forma que sobresalga de 4 a 6 mm del extremo de la férula. Deslicen el septum hacia arriba para sujetar la tuerca de la columna en esta posición.</p>  <p style="text-align: center;">Figura 4: Posición final de los elementos de instalación de columna.</p>	<p>Limpian las paredes de la columna con un tejido humedecido en isopropanol para eliminar las huellas dactilares y el polvo.</p> <p>Coloquen la columna de forma que sobresalga de 4 a 6 mm del extremo de la férula. Deslicen el septum hacia arriba para sujetar la tuerca de la columna en esta posición.</p>  <p style="text-align: center;">Figura 4: Posición final de los elementos de instalación de columna.</p>
<p>Enrosquen la tuerca de la columna en el inyector, pero no aprieten.</p>  <p style="text-align: center;">Figura 5: Ajuste de la columna en el equipo.</p>	<p>Enrosquen la tuerca de la columna en el inyector, pero no aprieten.</p>  <p style="text-align: center;">Figura 5: Ajuste de la columna en el equipo.</p>
<p>Aprieten la tuerca de la columna entre 1/4 y 1/2 vuelta más con una llave para que la columna no se pueda quitar de la conexión cuando se presiona ligeramente.</p>	<p>Ajusten la posición de la columna de forma que el septum esté en contacto con la parte inferior de la tuerca de la columna. Aprieten la tuerca de la columna con la mano hasta que comience a sujetar la columna.</p>
<p>Limpian las paredes de la columna con un tejido humedecido en isopropanol para eliminar las huellas dactilares y el polvo.</p>	<p>Aprieten la tuerca de la columna entre 1/4 y 1/2 vuelta más con una llave para que la columna no se pueda quitar de la conexión cuando se presiona ligeramente.</p>
<p>Ajusten la posición de la columna de forma que el septum esté en contacto con la parte inferior de la tuerca de la columna. Aprieten la tuerca de la columna con la mano hasta que comience a sujetar la columna.</p>	<p>Configuren la columna nueva.</p>
<p>Configuren la columna nueva.</p>	<p>Configuren la columna nueva.</p>

Tabla 11a. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 2

Numero de grupo	Indicador: Describe los principios fundamentales de la técnica de cromatografía de gases y el manejo operacional básico asociado a la técnica		
	Momento: Montaje de la columna		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Tabla 11b. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 2

Numero de grupo	Indicador: Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC		
	Momento: Montaje de la columna		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Momento 3 y 4: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD

Luego de realizar el montaje de la columna y evaluar todas las condiciones del cromatógrafo, se solicitó a los grupos que realizaran la lectura “El riesgo de tomar una ducha con agua”, para poder hacer una propuesta de montaje para determinar un método de THM en una muestra de agua, los grupos 1 a 4 realizaron el montaje del método en el instrumento definiendo las condiciones del análisis y consideraron el tipo de columna que instalaron, en la figura 17 se presenta un informe del método desarrollado (anexo 9), en él se evidencia la propuesta de los valores de flujo y la temperatura en el horno, condiciones que permitirían obtener una separación efectiva, estos grupos mencionados anteriormente realizaron 3 pruebas hasta poder obtener un método en torno a temperaturas efectivo que permitía la separación, en el anexo 10 se presentan los cromatogramas de las pruebas desarrolladas, en él se evidencia que las configuraciones en el método de obtención permitieron una separación efectiva de los THM, mientras tanto el grupo número 5 realizó 6 pruebas cambiando los parámetros de temperatura en el horno, el flujo y temperatura del puerto, obteniendo un método que permitía realizar la separación.

Figura 17. Ejemplo de Método de adquisición

Acquisition Method: Prueba THM 1
 Path: C:\CDSProjects\maestria UPN\Methods

1 Method Information

Last	C:\CDSProjects\maestria	Modified:	2022-10-28 09:01:36-05:00	Modifier:	SYSTEM
Saved As:	UPN\Methods\Prueba THM 1.amx				
Created:	2022-04-23 09:23:31-05:00	Creator:	SYSTEM	Description:	
Version:	2022-1028-1401-36854	Method Status:	Generic		

2 Method Properties

Instrument Technique: Gas Chromatography

3 Schema version

Schema version: 2.3

4 GC

Module Display Name: Agilent 6890N | Module Type: GC | Order: 1

4.1 GC Summary

Run Time: 5 min | Post Run Time: 0 min

4.2 Oven

Equilibration Time: 1 min | Max Temperature: 260 °C | Maximum Temperature Override: Disabled
 Slow Fan: Disabled

Todos los grupos tuvieron en cuenta características del analito a determinar, lo que les permitió identificar las temperaturas apropiadas, y cómo es posible que cambios en la temperatura tanto de puerto, como de horno y un cambio del flujo puedan incidir en la separación de los mismos. En la tabla 12 y 12b se presentan los resultados de los indicadores para cada uno de los grupos del momento 3.

Tabla 12. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 3

Numero de grupo	Indicador: Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC		
	Momento: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD (Electron Capture Detector)		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Los niveles de desempeño conforme los participantes se enfrentan a la interacción con el instrumento se ve que aumentan, puesto que pueden reconocerse las variables que inciden en los análisis cromatográficos, pero también relacionan el contexto, buscando alternativas que mejoren un método (en particular los THM), además empiezan a cambiar parámetros en el instrumento, buscando las condiciones óptimas que permitan una buena separación y posterior identificación.

Tabla 12 b. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 3

Numero de grupo	Indicador: Analiza el contexto		
	Momento: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD (Electron Capture Detector)		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

En el momento 4, se trabajó con el método anterior de THM, pero en este punto los grupos debían preparar una muestra de agua de grifo con la finalidad de identificar la presencia de THM, para este caso los grupos proponen la forma en la que se debe tomar y preparar la muestra, figura 18 (anexo 10), a través de la organización de pasos, e indicando el porqué de la elección.

Figura 18. Comparación de propuestas

Comparación de las propuestas entre grupos de dimensiones avanzada y novato

Procedimiento grupo 1

Pasos procedimentales toma de muestra	Orden (por qué) de la elección
Inyecten 2 µL de acuerdo con el método establecido.	Sexto, se realiza la inyección según el método para identificación
Transfieran la fase orgánica a un vial.	Quinto, posterior a la separación se debe transferir a partir de una pipeta la fases separadas
En un tubo de 5 mL coloquen 2 mL de muestra y adicionen 2 mL de n-hexano.	Tercero, se debe realizar la separación de los THM con el agua a través de una fase orgánica
Tomen una muestra del agua del grifo, primero abra la llave y deje correr el agua por al menos un minuto.	Primero, se obtiene la muestra a analizar, en este caso agua del grifo con posible presencia de THM

En los grupos 1 a 4 el orden fue correcto y la razón del porqué de la elección evidencia un lenguaje técnico apropiado, se tienen en cuenta términos como transferir, analizar y correlacionar con los estándares, se identifican la importancia de la separación a través de una fase orgánica y la forma en cómo se debe inyectar la muestra, por tanto existe una relación de la capacidad para identificar la relación que existe entre una metodología y su quehacer diario, indicando que primero se debe seleccionar la muestra, procesarla con una sustancia apolar, esperando que se dividan los componentes para realizar su inyección y verificación posterior. En la tabla 13a y b se muestran los resultados según los niveles de desempeño, para el grupo 5, debido a su profesión, existieron algunas dificultades en torno al procedimiento y dar la razón por la cual se realizó la elección.

Tabla 13a. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 4

Numero de grupo	Indicador: Identifica las variables que inciden en el desarrollo de la técnica analítica de GC		
	Momento: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD (Electron Capture Detector)		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Tabla 13b. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 4

Numero de grupo	Indicador: Capacidad para identificar la relación que existe entre una metodología con su quehacer diario		
	Momento: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD (Electron Capture Detector)		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Momento 5 y 6: Revisión de las condiciones de un GC con MSD

La técnica que se trabaja en estos momentos es un procedimiento analítico que requiere una atención especial, puesto que es un acoplamiento y los resultados obtenidos dan una información bastante amplia de la muestra que se analiza, por ello se les solicito realizar una lectura sobre los componentes del TUNE, en el anexo 11 se presentan los análisis realizados por el grupo 2 y el grupo 5 y el reporte correspondiente al proceso de sintonización (TUNE) del equipo, el TUNE es un indicativo inicial del estado del detector, los niveles de complejidad que se quieren determinar están en el multiestructural y el relacional, dado que las actividades no son evidentes, sino que son más de analizar, proponer, relacionar y describir.

Respecto al análisis desarrollado por los grupos, para el caso del grupo 2 (anexo 11), se tienen en cuenta las masas de la PFTBA, la correlación de los anchos de pico y realizan una correlación con lo que solicita el fabricante, se identifica el tipo de polaridad a utilizar y se analiza el valor del electromultiplicador, se verifican las temperaturas y parámetros adicionales como la presión del vacío, además de que se identifica un error respecto a masas bajas y se propone una solución para este. En la tabla 14 se presentan los resultados de los niveles de desempeño para cada dimensión evaluada. Los grupos 1 y 2 se encuentran en el nivel de desempeño experto, en las 3 dimensiones analizadas a partir de la marcación del módulo 3 (anexo 5) y se relaciona el nivel con el conocimiento teórico del detector, sus partes y componentes que tienen los participantes del grupo, mientras que los grupos 3 a 5 presentan un nivel de desempeño avanzado, debido a que el análisis que presentan del informe del TUNE (anexo 11) tienen en cuenta las masas, los valores de ancho de pico, identifican el valor del electromultiplicador y la correlación de abundancias, sin embargo no pueden dar una razón de cómo darle solución al problema de las masas bajas, solamente indican que no se puede trabajar en para valores de masas menores a 50. Los grupos 1 y 2, pudieron reconocer las características que permiten un buen desempeño del instrumento, el electromultiplicador se encontraba en los niveles adecuados, se revisaron las masas bajas para determinar la presencia de interferentes.

Tabla 14. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 5

Numero de grupo	Dimensiones: Grado de conocimiento del procedimiento		
	Contextualización del procedimiento		
	Automatización del procedimiento		
	Momento: Revisión de las condiciones de un GC con MSD		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Los grupos 3 a 5 reconocían la funcionalidad del detector, sin embargo, no encontraban una relación entre la polaridad, la fuente de ionización y la verificación de los parámetros de Tuning, además que no asociaron la razón por la cual puede darse una pérdida de sensibilidad en el equipo y a que factores pueden estar asociados y mucho menos proponer una solución acorde para evitar la pérdida de la sensibilidad. Con respecto al reporte producto del tuning los grupos 1 y 2 realizan un análisis teniendo en cuenta los fundamentos y las hipótesis, plantean una relación estable con su quehacer diario y pueden determinar la importancia de un equipo estable y limpio que permitiría aumentar la sensibilidad del mismo (anexo 11), en el ejemplo se utilizaba una empresa de fragancias, y los participantes tienen claridad que las muestras pueden contener impurezas que generan suciedad el equipo y reducen la sensibilidad. Los grupos 3 a 5 reconocen las características más importantes del informe obtenido, sin embargo, no pueden realizar una interpretación adecuada del mismo, además que no diferencian los datos a tener en cuenta y se confunden en analizar los picos de las masas 69, 219 y 502 y el espectro completo.

Después de realizar el Tuning, el momento 6 requería por parte de los participantes correr la evaluación del detector, expedir el reporte y realizar un análisis del mismo, identificando fallas, relación de radios de picos con relación a la masa 69 y que las masas bajas corresponden a presencia de agua, nitrógeno, oxígeno e hidrocarburos volátiles y que sus valores se encuentren por debajo del 10%. En la tabla 15 se muestra los resultados para los niveles de desempeño correspondientes al momento 6. Los 5 grupos se encuentran en un nivel experto, entro otras

cosas, también debido a la retroalimentación realizada en el momento 5 por parte del instructor, a la interacción con el software y el análisis del reporte de TuneEvaluation, los 5 grupos establecieron correlaciones entre la relación de los radios de picos y el contraste entre las masas 69 y 219, 69 y 502. Además, identificaron a partir del reporte presencia de interferentes o contaminantes, se observa que el detector se encuentra limpio, libre de contaminantes y que las masas bajas son consistentes.

Tabla 15. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 6

Numero de grupo	Dimensiones: Contextualización del procedimiento		
	Automatización del procedimiento		
	Momento: Revisión de las condiciones de un GC con MSD		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Momento 7: Montaje de un método de pesticidas por GC-MSD

Finalmente en este montaje de método correspondiente al momento 7, los participantes de los grupos no tendrían indicaciones que seguir, sino que a partir de una lectura y el acercamiento de una situación problema relacionada con pesticidas, a partir de todo el trabajo experimental realizado, presentaron una propuesta que integraba parámetros del método, forma de adquisición, determinación y cuantificación y reporte (anexo 12), lo que permitiría definir los niveles de desempeño alcanzados y el grado de conocimiento de la técnica desarrollada, esto relacionado con la Taxonomía SOLO.

Para el caso del grupo 1 y 2 se evidencia un conocimiento extenso, puesto que se propuso la metodología con los parámetros del método, se establecieron temperaturas óptimas, forma de adquisición y las masas correspondientes para su cuantificación, además de utilizar apropiadamente el método QuEChERS para realizar la extracción e identificar la concentración

de la muestra. En la tabla 16 se observa los resultados obtenidos para cada uno de los grupos de las dimensiones analizadas.

Tabla 16. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 6

Numero de grupo	Dimensiones: Contextualización del procedimiento Automatización del procedimiento		
	Momento: Revisión de las condiciones de un GC con MSD		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Los grupos 3 a 5, se encuentran en el nivel avanzado según los resultados evaluados con el formato de marcación del módulo 7, entre otras cosas debido a que la planificación de la metodología no estableció completamente todas las variables que puedan desarrollarse en el método (anexo 12), se presentó un esquema metodológico pero no se relacionaron las masas a determinar, que podrían permitir la identificación y cuantificación de los pesticidas, en la obtención de la muestra, el diseño procedimental tenía algunos errores que no permitieron en un primer momento realizar la extracción adecuada, sin embargo después de una revisión y retroalimentación del instructor realizaron nuevamente la extracción y posterior análisis de la muestra.

La progresión en todos los momentos de los participantes se observa conforme las actividades a desarrollar se complejizan, pero también estas habilidades son reforzadas con la interacción con el instrumento, es evidente que no es igual una formación netamente teórica, descrita por diagramas, a una interacción práctica que permite al participante reconocer las características del instrumento, al entender su funcionamiento y las variables a tener en cuenta. Los niveles de desempeño para los grupos 3 a 5 fueron aumentando durante todas las sesiones de trabajo experimental, y es de observarse la progresión dadas las respuestas en los diferentes momentos,

ya que sus integrantes no habían tenido alguna interacción con el instrumento, ya sea durante su carrera o en el área laboral.

Tabla 17. Resultados de los niveles de desempeño en el momento 7

Numero de grupo	Dimensiones: Contextualización del procedimiento Automatización del procedimiento		
	Momento: Revisión de las condiciones de un GC con MSD		
	Niveles de desempeño		
	Novato	Avanzado	Experto
1			
2			
3			
4			
5			

Las dimensiones conforme aumentaban la dificultad y se solicitaba al participante ser más propositivo y participativo permitió un desarrollo de las habilidades procedimentales describir, relacionar, analizar, planificar, identificar y toma de decisiones. Estos grupos al inicio según el reconocimiento inicial se encontraban en un conocimiento superficial de la técnica, en un nivel uniestructural donde no solamente no se conoce la información, sino que no se relaciona con su quehacer diario y tampoco se reconocen las características del método. Al final estas habilidades fueron potenciadas en el caso de los grupos 3 a 5, llegando en momentos a tener un nivel de desempeño de experto en algunos momentos, y en general quedando en un nivel avanzado siendo un nivel de progresión mayor al que iniciaron el curso.

Para el caso de los grupos 1 y 2, en donde los integrantes tenían una formación más avanzada y con mayor relación de la técnica analítica, el reconocimiento inicial los posiciono en un nivel de desempeño avanzado correspondiente al multiestructural, esta relación comprendía el manejo de algunas habilidades procedimentales como describir, analizar y planificar, sin embargo conforme se fue utilizando el equipo y la dificultad de las tareas aumentaba, otras habilidades fueron reconocidas e interiorizadas para su uso, entre ellas la toma de decisiones y la planificación. Al final de la intervención y el desarrollo de las prácticas el nivel de desempeño de los participantes de los grupos 1 y 2 se encuentra en experto, con un nivel relacional, esto les permite a los

participantes, desarrollar las dimensiones que según Coll (1994) deben manejarse en un desarrollo procedimental.

8.4 Resultado obtenidos del Instrumento de Salida

El instrumento de salida aplicado tenía la finalidad de reconocer las habilidades y el conocimiento adquirido durante todas las sesiones experimentales, determinar el nivel de desempeño de los participantes y como verificación de los aprendizajes de la técnica. Para evaluar este instrumento los participantes fueron categorizados por su nivel de formación, al igual que el instrumento de entrada para determinar el nivel de progresión y desempeño obtenido, después de la aplicación de la propuesta, para ello fue utilizada la rúbrica utilizando las 2 dimensiones intermedia y final, contextualización del conocimiento y automatización del conocimiento. En la tabla 17 se presentan las dimensiones con los correspondientes indicadores.

La pregunta 1 determinaba el grado de conocimiento de la metodología, buscando que a través de una propuesta los participantes tengan la capacidad de relacionar una problemática con su quehacer diario, además que organicen un procedimiento de manera que se permita desarrollar un método en particular, pero no solo deben realizar organización sino indicar la razón del por qué la elección. En el caso de los profesionales químicos como se muestra en el (anexo 13), organizan correctamente los pasos a seguir, el orden de los mismos permite caracterizar la gasolina dadas las condiciones del instrumento que proponen, las razones de la elección y el lenguaje utilizado es técnico y acorde con las definiciones de la temática, se realiza la propuesta y se definen criterios que pueden afectar el método. En el caso de los tecnólogos, se realiza el paso de acciones de manera adecuada, esta propuesta permite desarrollar la caracterización de una gasolina, sin embargo, el lenguaje utilizado en la descripción del por qué la elección no es del todo técnico, por ello este grupo, además de que la correlación con el quehacer diario no es establecida en su totalidad.

El grupo de ingenieros y la licenciada (anexo 14) se encuentran en la dimensión experto, reconocen los pasos que deben seguir para aplicar la metodología, debido a que fueron varias prácticas las que se desarrollaron, pueden establecer correlaciones con lo desarrollado, se realiza una propuesta que va en torno al desarrollo de habilidades de tipo procedimental, en tanto que analizan la serie de pasos y establecen un orden lógico siguiendo un procedimiento, interpretan

las características del instrumento dadas al inicio de la pregunta y utilizan un lenguaje técnico acorde.

Tabla 18. Dimensiones e indicadores del instrumento de salida

Dimensión	Indicador
Contextualización del procedimiento	Capacidad para identificar la relación que existe entre una metodología con su quehacer diario
	Planifica las acciones a desarrollar para solucionar un problema en su quehacer diario a través de un diseño experimental
Automatización del procedimiento	Identifica las características más importantes del procedimiento a desarrollar
	Analiza todas las variables que pueden afectar en el desarrollo experimental

Para la segunda pregunta es de destacarse que los químicos poseen un lenguaje más técnico y realizan una propuesta más descriptiva, es común el uso de frases como verificación de la polaridad del analito, determinación del tipo de columna, tipo de inyector, los ingenieros describen los fundamentos de con un lenguaje más técnico usando palabras como la verificación de la volatilidad de la matriz, revisión de la disponibilidad de columna, y proponen la revisión de una metodología que sirva como soporte. Para el caso de los tecnólogos y la licenciada, la propuesta desarrollada arranca por buscar métodos que se hayan diseñado, el lenguaje no es tan técnico, pero si se hace una descripción muy detallada.

En la pregunta 3 todos los profesionales identifican la problemática que se puede generar debido al no cambio del consumible de la septa en el puerto de inyección, se establece correctamente que se pueden generar picos fantasmas, taponamientos o incluso falta de picos en los tiempos de retención donde se esperaban.

Para la parte final se evidencian dos cromatogramas que tienen problemáticas que son identificadas para el caso de todos los profesionales en la pregunta 4, en donde indican que es

debido a un cambio en el flujo del gas de arrastre haciendo que todos los picos no puedan separarse de manera adecuada y que no se permita una interacción con la fase estacionaria. Para la pregunta 5 los químicos e ingenieros pueden identificar la problemática y organizar las ideas para describirla, pero los tecnólogos y la licenciada no pueden realizar la descripción de la problemática, aunque la definen. Se observa un cambio y una progresión en todas las dimensiones, puesto que los químicos, los ingenieros y los tecnólogos tienen un nivel de desempeño de experto, mientras que la licenciada en química se ubicó en el nivel avanzado (anexo 14).

Tabla 19. *Indicadores finales por profesionales del instrumento de salida*

Indicador				
Profesional	Capacidad para identificar la relación que existe entre una metodología con su quehacer diario	Planifica las acciones a desarrollar para solucionar un problema en su quehacer diario a través de un diseño experimental	Identifica las características más importantes del procedimiento a desarrollar	Analiza todas las variables que pueden afectar en el desarrollo experimental
Químicos	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>
Ingenieros Químicos	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>
Tecnólogos Químicos	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>	<i>Experto</i>
Licenciada Química	<i>Avanzado</i>	<i>Avanzado</i>	<i>Avanzado</i>	<i>Avanzado</i>

Los profesionales que participaron en el Diplomado de Química Analítica Instrumental, en los cuales fueron aplicadas las actividades teniendo como soporte la evaluación como una forma de aprender, tuvieron una progresión y un dominio en habilidades procedimentales, como la toma de decisiones en contexto, el análisis de problemáticas, la identificación de las características de un instrumento, propusieron procedimientos de acuerdo al conocimiento y a la interacción con el instrumento y planificaron las acciones necesarias par llevar a cabo análisis de rutina en busca de la identificación y cuantificación de una muestra problema.

9. Conclusiones

La metodología utilizada en el trabajo de investigación es innovadora en tanto da un punto de partida del uso de la evaluación como una forma de aprender, la correlación con el desarrollo de habilidades procedimentales y el aprendizaje a través de situaciones contextualizadas de la técnica analítica cromatografía de gases.

Se identifican las habilidades procedimentales a través de las dimensiones que establecen los niveles de desempeño según indicadores y que permiten determinar el nivel de progresión según la taxonomía SOLO en donde se establecieron 3 de ellas para caracterizar el nivel de progresión que desarrollan los participantes del Diplomado, encontrándose en un inicio que los profesionales químicos y tecnólogos en química están en un nivel multiestructural, y los ingenieros y la licenciada participantes en un nivel uniestructural, ninguno de los participantes pudo ser ubicado en el nivel relacional. Esta correlación se logró establecer a partir del diseño de los instrumentos iniciales, en donde ellos establecían el conocimiento de la técnica analítica evidenciando con el transcurrir de la actividad habilidades como describir, relacionar, ya que se relaciona con el conocimiento teórico que tienen de la técnica.

El diseño de la secuencia de actividades fundamentada en la evaluación como una forma de aprender permitió observar la progresión del desarrollo de las habilidades procedimentales de los participantes a través de los diferentes momentos, las cuales fueron potenciadas conforme se aumentaba el grado de complejidad entre cada una de ellas según el nivel de desempeño, dado que comienzan en un nivel de desempeño novato para el caso de ingenieros y la licenciada y avanzado para el caso de los químicos y tecnólogos, e ir adquiriendo una progresión conforme las actividades fueron aumentando su complejidad y en donde se hizo necesario el uso de habilidades como analizar, planificar, identificar y toma de decisiones. Al final los químicos, tecnólogos químicos e ingenieros químicos alcanzaron un nivel de desempeño experto, mientras que la licenciada alcanzó un nivel de desempeño avanzado.

La rúbrica diseñada y los formatos de marcación formatos que estuvieron diseñados con la finalidad de determinar las habilidades procedimentales in situ, permitieron caracterizar las habilidades procedimentales que los participantes fueron desarrollando con la intervención, dentro de las cuales están identificar, analizar, caracterizar, describir, relacionar y la toma de

decisiones en un determinado contexto, siendo habilidades que se potenciaron dado que al final tanto para el momento 7 y para el instrumento de salida la propuesta realizada por los participantes permitió verificar una proposición acorde con las solicitud y un conocimiento de la técnica.

La secuencia didáctica fue favorable en el desarrollo de las prácticas y el aprendizaje de la técnica cromatografía de gases, promovió y reforzó el desarrollo de habilidades procedimentales favoreciendo el aprendizaje de la técnica analítica cromatografía de gases, los participantes del Diplomado tuvieron la oportunidad de interactuar con los instrumentos de manera directa, lo que también permitió el favorecimiento del aprendizaje y la promoción de las habilidades procedimentales.

10. Bibliografía

1. Agilent. Nota de aplicación determinación de FAMES por GC. Agilent Technologies. (2014).
2. Arnaiz Sánchez, P. (2012). Escuelas eficaces e inclusivas: cómo favorecer su desarrollo. *Educatio Siglo XXI*, 30(1), 25–44. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/educatio/article/view/149121>
3. Ausubel, D., (1976). *Psicología Educativa. Un Punto De Vista Cognoscitivo*. México. Ed. Trillas.
4. Bennett, R.E. (2011). Formative Assessment: A critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 18 (1), 5-25.
5. Black., P. y William., D. (1998). Inside the black box: Raising standars through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139 – 148.
6. Beltran, I. (1999). La formación de habilidades en química general en la perspectiva de la teoría de p. ya. galperin, como actividad de contrucción de conocimientos. *Quimica Nova*. 22 (3), 429-434.
7. Botero, J., Pineda, P., Garcia, A. y Hernández, R. (2018, del 10 al 12 de octubre). Evaluación de ambientes virtuales de aprendizaje para contextos inclusivos contruidos por docentes de química en formación. VIII Congreso Internacional sobre formación de Profesores en ciencias, Bogotá, Colombia. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9034>.
8. Boud, D. (1995). Assessment and learning: contradictory or complementary? En P. Knight (Ed.). *Assessment for learning in Higher Education*. (pp 35-48). London: CVVP.
9. Buldu., M. (2010). Making learning visible in kindergarten classrooms: Pedagogical documentation as a formative assessment technique. *Teaching and teacher Education*, 26 (1440). 1439 – 1449.
10. Careaga, A. (2001). La evaluación como herramienta de transformación de la práctica docente. *Educere*, 5 (15), 345-352. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35651519>.
11. Chicharro, M. (2005). *Cromatografía, principios y aplicaciones*. Análisis Químico. Ed. Pearson.
12. Davies. A., (1997). Demands of being profesional in language testing. *Language Testing*., 14 (3), 328-339.
13. Dochy, F. y McDowell, L. (1997). Assessment as a tool for learning. *Studies in Educational Evaluation*, 23 (4), pp. 279 – 298.

14. Gipps., C. (1994). *Beyond testing: Towards a theory of educational assessment*. London: Falner press.
15. Hamp-Lyons, L. (1997). Washback, impact and validity: Ethical concerns. *Language Testing*, 14(3), 295-303.
16. Hernandez, S., Fernández, C. y Baptista, M. (2003). Metodología de la investigación (3ª ed.). Ed. Mc Graw-Hill.
17. Jimenez, M. (2019). Habilidades de pensamiento científico en estudiantes de educación media: una estrategia tipo ABP para la enseñanza de reacción química [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10895/TO-23605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Keulemans, A.I.M. (1959). "Gas Chromatography", Second Edition, Reinhold Publisher Corp. New York (USA).
19. Lopez., A. A. (2001). *Washback of the IMAGE*. Unpublished master's thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign.
20. López, A. (2014). *La evaluación como herramienta para el aprendizaje. Conceptos, estrategias y recomendaciones*. (2nd ed.). Editorial Magisterio.
21. McMillan., J. H. (2007). Formative Classroom Assessment: The Key to improving student achievement. En J. H. McMillan (Ed), *Formative classroom assessment: Theory into practice* (pp. 1-28). New York: Teachers College Press.
22. Moss., P.A. (1994). Can there be validity without reliability? *Educational Researcher*, 23(2), 5-12.
23. Nieves, E. 2020. *Transformación de prácticas evaluativas en el laboratorio de química instrumental. una propuesta para HPLC*. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional] Archivo digital. TO-23768.pdf (pedagogica.edu.co).
24. Noguera, P., Torjada, L., Atienza, J., Herrero, M. (2011). Auto-evaluación previa a las prácticas de laboratorio químico: introducción al auto-aprendizaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* 187 (Extra 3), 267 – 272.
<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/1438/1446>.
25. Reynolds. C.R., Livigston, R.B. y Wilson, V. (2006). *Measurement and assessment in education*. Ed. Pearson.
26. Shoamy, E., (2001). *The power of test: A critical perspective on the uses of language test*. Ed. Longman.

27. Scriven., D. H. (1967). The methodology of evaluation. En R. W. Tyler, R. M. Gagne y M Scriven (Eds.), *Perspectives of curriculum evaluation* (pp. 39-83). Chicago: Rand McNally.
28. Stashenko, E. y Martínez, J. R. (2010). GC y GC-MS: Configuración del Equipo Versus Aplicaciones. *Scientia Chromatographica Vol.2* (3), 33-59.
29. Wolf., D.P. (1993). Assessment as an episode of learning. En R.E. Bennet y W.C. Ward (Eds.), *Construction versus choice in cognitive measurement* (pp. 213-240). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

11. Anexos

Anexo 1.

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
INSTRUMENTO DE ENTRADA**

Espacio académico: Diplomado en Química Analítica Instrumental

Nombre:

Fecha:

El presente instrumento hace parte de un trabajo de postgrado adscrito al grupo de investigación de Didáctica y sus Ciencias del Departamento de Química; este instrumento tiene como objetivo identificar los conocimientos respecto a la técnica analítica cromatografía de gases

A continuación, encontraras una serie de preguntas las cuales debes seleccionar la opción que consideres más acertada.

Preguntas de selección múltiple con única respuesta

1. Una entidad estatal desea realizar el montaje de un laboratorio especializado para el análisis de doping en deportistas, por tanto, estructuraron una subasta para adquirir un instrumento de cromatografía de gases con el fin de analizar algunas sustancias en sangre. La entidad busca algunos expertos para que sugieran como debe estar dispuesto un cromatógrafo de gases, ud como experto sugiere que las partes del instrumento deben ser:
 - a. Gases, manómetro, columna, detector, software de control
 - b. Gases, puerto de inyección, columna, detector, software de control
 - c. Gases, inyector automático, bandeja, detector
 - d. Solventes, columna, detector, software de control

2. Un cromatógrafo de gases utiliza como fase móvil un gas, esta fase móvil tiene como finalidad transportar la matriz de análisis y hacerla pasar por una fase estacionaria o columna, estos gases que son utilizados en cromatografía de gases, deben ser:
 - a. Puros, inertes y secos
 - b. La única condición es que sean inertes
 - c. Puros o con mínima contaminación
 - d. No se requiere ninguna característica especial, cualquier gas puede ser usado en cromatografía de gases

3. Para el análisis de solventes residuales según el método USP 467 la sensibilidad del instrumento debe ser suficiente para analizar trazas de los solventes. Es muy importante la pureza de los gases usados para el análisis, sin embargo, existe un problema en el

cromatograma debido a contaminación de la fase móvil o una pureza inapropiada, ¿Cuál sería el efecto que se evidencia en el cromatograma?

- a. Aumento de la línea base
- b. Aumento de la presión en el puerto de inyección debido a una restricción en la columna
- c. Pérdida de la selectividad
- d. Aumento en más de un minuto en los tiempos de retención

4. La fase estacionaria es un componente fundamental de la cromatografía de gases, ya que a partir del tipo de película y sus características, esta permitirá la retención y posterior separación de componentes de la matriz, ¿Qué características se deben tener en cuenta al usar una columna en cromatografía de gases?

- a. Tipo de fase estacionaria y temperatura máxima de trabajo
- b. Tamaño de partícula y tipo de fase estacionaria
- c. Tipo de fase estacionaria, longitud, diámetro, espesor de película
- d. Flujo máximo que puede soportar

Preguntas de selección múltiple con múltiple respuesta



5. La cromatografía de gases es una técnica utilizada en varios sectores industriales, como alimentos, farma, combustibles, ambiental, entre otros. De los ejemplos que se presentan a continuación se ¿cuáles muestras pueden ser analizadas por cromatografía de gases?

- a. Pesticidas organoclorados, aromas de frutas, aceites naturales
- b. Azúcares, bebidas alcohólicas, gases permanentes
- c. Proteínas, solventes residuales, herbicidas
- d. Ácidos grasos derivatizados en ésteres metílicos, disolventes aromáticos, hidrocarburos

6. De los parámetros que se presentan a continuación, ¿Cuál es posible ajustar en un sistema cromatográfico de gases para mejorar su sensibilidad?

- a. Cambiar la columna de análisis por una más polar
- b. Inyectar en una relación de split más pequeña o en forma splitless.
- c. Aumentar la temperatura del puerto de inyección hasta 320°C
- d. Aumentar el volumen de inyección sin sobrecargar el liner.

Anexo 2. Guía Aprendizaje Cromatografía de Gases

CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)		
 	GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES	Versión: 3
		Código: c2e-001
		Fecha: 10 / 04 / 2022

Asignatura	Grado	Objetivo de aprendizaje (qué quiero que...)
Análisis Químico	Diplomado	Ustedes como estudiantes participantes del curso de cromatografía de gases al final de esta sesión tengan un mayor conocimiento del funcionamiento del cromatógrafo de gases, además de poder montar un método, realizar una serie de inyecciones, y poder analizar los datos obtenidos a partir de un software especializado.
Flujo de aprendizaje		Subtema 1: Revisión de las condiciones del cromatógrafo de gases <i>Qué quiero que...</i> Identificar las acciones que garanticen el óptimo funcionamiento del equipo.
		Subtema 2: Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD <i>Qué quiero que ...</i> Proponer un método para la detección de trihalometanos en agua con un detector de captura de electrones ECD
		Subtema 3: Revisión de las condiciones de un GC con MSD <i>Qué quiero que...</i> Identificar las acciones que garanticen el óptimo funcionamiento del equipo detector selectivo de masas
		Subtema 4: Montaje de un método de pesticidas por GC-MSD <i>Qué quiero que...</i> Realizar la identificación y cuantificación de presencia de pesticidas en una muestra problema.

±

INFORMACION BASICA			
GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACION DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES			
TEMA DE LA PRACTICA	Mejorar las habilidades en el uso del sistema de cromatografía gases (GC) y la verificación de parámetros operacionales y prácticos (identificación y cuantificación).		
EQUIPO	Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 6890 A, Inyector automático 7683B, Software OpenLab CDS.		
TRABAJO GRUPAL:	X	TRABAJO INDIVIDUAL:	
COMPETENCIAS POR DESARROLLAR			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer los procedimientos, métodos y aplicaciones que se deben seguir para el análisis de muestras por GC y GC-MSD. - Aplicar la revisión según la lista de chequeo de los instrumentos con la finalidad de evaluar su correcto funcionamiento 			
INTRODUCCION			
<p>La cromatografía es básicamente una técnica</p> <p>La invención de GC se atribuye generalmente a AT James y AJP Martin en su artículo de 1952 a lo que siguió la presentación del 20 de octubre de 1950 en una reunión de la Sociedad Bioquímica, con amplio interés generado por una conferencia en una reunión de la Sociedad de Industria Química en Oxford en septiembre de 1952. Informaron sobre la separación de los ácidos grasos volátiles mediante cromatografía de partición con nitrógeno gaseoso como fase móvil y una fase estacionaria de aceite de sílica / ácido esteárico soportado en tierra de diatomeas.</p>			
METODOLOGIA.			

CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)		
 	GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES	Versión: 3
		Código: c2e-001
		Fecha: 10 / 04 / 2022

La siguiente guía esta propuesta para una jornada de 8 horas.

Con el fin de obtener las competencias teórico-prácticas en el tema de la cromatografía de gases, se propone realizar la experiencia en grupos (*máximo 3 personas por estación*).

Previo al inicio del trabajo se realiza una retroalimentación para socializar los contenidos teóricos de la práctica, así como los cuidados prácticos del método e instrumento. Como parte de la sesión deben finalizar la guía de trabajo y de acuerdo con la información recolectada del equipo (*método, secuencias, cromatogramas, curvas de calibración*) responder a los interrogantes planteados.

Para el desarrollo de esta actividad tengan en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Recuerden al finalizar dejar el puesto de trabajo y el material limpio y organizado.
- Toda la información generada debe ser guardada en la carpeta **Grupo X** (*donde X es el número del grupo*) que contendrá la información de todas las prácticas en el escritorio del equipo. Consigne sus datos y reportes en el interior de la carpeta **Grupo X, Cromatografía de gases**.

MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS A UTILIZAR

EQUIPOS Y CONSUMIBLES

- Cromatógrafo de gases Agilent 7890 A, detector de ionización de llama FID (front), puerto de inyección Split/ Splitless (front). Detector selectivo de Masas 5973
- Inyector automático 7683B
- Software ChemStation y OpenLab CDS
- Columna DB-624 (polaridad intermedia)
- Columna DB-WAX

REACTIVOS

- Solución

MATERIAL DE LABORATORIO

- Viales de 2 µL
- Jeringa de inyección 10 µL
- Micropipeta de 20 a 200 µL
- Micropipeta de 100 a 1000 µL
- Vaso de precipitado de 50 mL (5)
- Frasco lavador de 500 mL (1)

CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

CLASIFICACION DEL RIESGO

RIESGO BAJO.

FACTORES DE RIESGO



- Riesgo de quemaduras: Zonas de alta temperatura en el puerto de inyección y el detector que están a 250°C.
- Riesgo de cortaduras: Uso de material de vidrio vencido o defectuoso.
- Riesgo de incendio: Uso de analitos inflamables.

CONSIDERACIONES PARA USO DE EQUIPOS Y MATERIALES

- Refiérase al manual o consulte con los instructores si no está seguro de algún procedimiento y/o manejo adecuado de los reactivos.
- Revise el material de vidrio entregado previo a su utilización.

ELEMENTOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

- Bata de laboratorio
- Gafas de seguridad
- Guantes de nitrilo.
- Elementos de protección personal contra la COVID-19

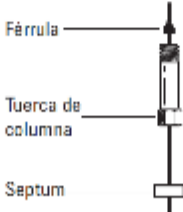
CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)				
 	GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES			Versión: 3
				Código: c2e-001
				Fecha: 10 / 04 / 2022

Proceso | Actividad práctica
 Verificar las condiciones de instalación de los gases, la elección del gas de arrastre depende principalmente del detector que se vaya a utilizar. A continuación, encontrarán una tabla con los gases recomendados de acuerdo con el detector:

Detector	Carrier gas	Preferred makeup gas	Second choice	Detector anode purge or reference gas
Electron Capture	Hydrogen	Argon/Methane	Nitrogen	Anode purge must be same as makeup
	Helium	Argon/Methane	Nitrogen	
	Nitrogen	Nitrogen	Argon/Methane	
	Argon/Methane	Argon/Methane	Nitrogen	
Flame Ionization	Hydrogen	Nitrogen	Helium	Hydrogen and air for detector
	Helium	Nitrogen	Helium	
	Nitrogen	Nitrogen	Helium	
Flame Photometric	Hydrogen	Nitrogen		Hydrogen and air for detector
	Helium	Nitrogen		
	Nitrogen	Nitrogen		
	Argon	Nitrogen		
Nitrogen-Phosphorus	Helium	Nitrogen	Helium**	Hydrogen and air for detector
	Nitrogen	Nitrogen	Helium**	
Thermal Conductivity	Hydrogen*	Must be same as carrier and reference gas	Must be same as carrier and reference gas	Reference must be same as carrier and makeup
	Helium			
	Nitrogen			

De acuerdo con la tabla anterior:

1. Realice una propuesta por medio de una tabla en donde se indique cuáles son los gases que se deben verificar en un instrumento con ECD?
2. Dentro de la tabla propuesta tenga en cuenta la correlación de los siguientes datos:
 - a. Verificar la pureza de los gases instalados
 - b. Verificar la presión interna de los cilindros de los gases:
 - i. Presión interna por encima de 500 psi.
 - ii. En la caseta, todos 100 psi de presión (manómetro izquierdo).
 - iii. En los manómetros del puesto de trabajo debe estar en 80 psi.
 - iv. Verificar fugas de los gases conectados al instrumento.

Momento	Revisión de las condiciones del cromatógrafo de gases
Flujo de aprendizaje	Montaje de Columna
Proceso	Actividad práctica
Instalar la columna DB 624 de 30 m y 0.250 mm DI y 1.40 μm .	
Situación Inicial	
<p>En la preparación y acondicionamiento de los instrumentos, es necesario, la selección de la metodología, del instrumento adecuado y que este pueda medir lo que se requiere. Para ello existen varios métodos que se encuentran normalizados, por ejemplo, para la determinación de los esteres metílicos de los ácidos grasos (FAME) por sus siglas en inglés, es necesaria una configuración de un instrumento con un detector FID, un puerto Split/Splitless y además una columna de alta polaridad o polar, pudiendo usarse una DB-FastFAME de Agilent. Esto lo que quiere decir es que al momento de realizar un montaje para análisis un compuesto determinado es importante saber si este es de que características, su polaridad y su volatilidad. En el procedimiento de montaje y adecuación de la columna es importante revisar los manuales y las especificaciones del fabricante. Por ello a continuación se presentan los elementos necesarios según procedimiento del fabricante para el montaje de una columna</p> <p>Preparar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Columna Part Number: 123-1334 DB-624 J&W DB-624 GC Column, 30 m, 0.250 mm, 1.40 μm, 7 inch cage • Férulas • Tuerca de columna • Septum • Cortador de columnas • Etanol • Paño de laboratorio • Regla métrica • Llave fija de 1/4 pulgadas • Guantes sin pelusa <p>A continuación, se presentan una serie de procedimientos que se deben seguir en el montaje de la columna, realice a partir de ellos una propuesta de la forma correcta en que se debe instalar una columna en un cromatógrafo de gases e indique al final por que la razón de su propuesta, verifique la misma con el instructor encargado.</p> <p>Coloque la columna en el soporte con los extremos hacia arriba y la etiqueta hacia el frente.</p> <p>Asegurarse que las temperaturas del método sean bajas y esperen a que el aparato esté listo.</p> <p>Coloque un septum, una tuerca de columna capilar y una férula en la columna.</p>  <p>Figura 1: Colocación de Férula, Tuerca de columna y Septum.</p> <p>Verifiquen si está instalado el liner de vidrio adecuado.</p>	

Partir el extremo de la columna sujetándola contra el cortador opuesto al trazo. Revisen el extremo con una lupa para asegurarse de que no hay bordes dentados o con rebaba.

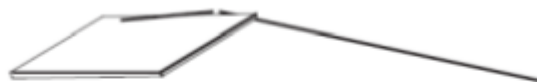


Figura 2: Partición de la columna.

Hagan un corte en la columna con una herramienta de trazado de vidrio. El corte debe ser recto para asegurar que se parta limpiamente.



Figura 3: Corte de columna.

Limpian las paredes de la columna con un tejido humedecido en isopropanol para eliminar las huellas dactilares y el polvo.

Ajusten la posición de la columna de forma que el septum esté en contacto con la parte inferior de la tuerca de la columna. Aprieten la tuerca de la columna con la mano hasta que comience a sujetar la columna.

Coloquen la columna de forma que sobresalga de 4 a 6 mm del extremo de la térrula. Deslicen el septum hacia arriba para sujetar la tuerca de la columna en esta posición.

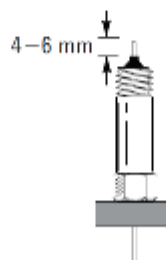


Figura 4: Posición final de los elementos de instalación de columna.

Aprieten la tuerca de la columna entre 1/4 y 1/2 vuelta más con una llave para que la columna no se pueda quitar de la conexión cuando se presiona ligeramente.

Configuren la columna nueva.

CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)



GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRFO DE GASES

Versión: 3

Código: c2e-001

Fecha: 10 / 04 / 2022

Enrosquen la tuerca de la columna en el inyector, pero no aprieten.

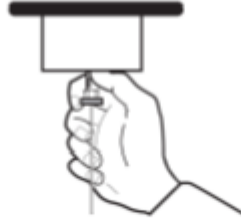


Figura 5: Ajuste de la columna en el equipo.

Aprieten la tuerca de la columna con la mano; a continuación, saquen la columna 1 mm aproximadamente y aprieten la tuerca otro 1/4 de vuelta más con una llave.

Instalen la columna en el detector FID.

Si el diámetro interno de la columna es mayor de 0,1 mm: Inserten la columna con cuidado en el detector hasta que toque el fondo; no tratar de torzarlo para que entre más.

Acondicionen la columna según las recomendaciones del fabricante.

Una vez instalada la columna en el inyector y en el detector, establezcan un flujo de gas portador y purguen siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Después de realizar la propuesta procedimental, coteje con sus compañeros, compare su propuesta con el procedimiento del fabricante e identifique aciertos y dificultades de la propuesta, realice una discusión final con el instructor

Momento	Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD
Flujo de aprendizaje	Acondicionamiento del método
Proceso	Actividad práctica

Situación Inicial

EL RIESGO DE TOMAR UNA DUCHA DE AGUA



El conjunto de compuestos que se forman en el proceso de desinfección del agua se denominan colectivamente subproductos de la desinfección (SPD). Los trihalometanos (THM) son unos subproductos de la desinfección que se forman cuando se emplea el cloro como desinfectante. Los THM que se encuentran en el agua de consumo humano son el cloroformo, el bromodiclorometano (BCM), el dibromoclorometano (DBC) y el bromoformo.

Los THM pueden incorporarse al cuerpo humano por diversas vías: ingestión de agua del grifo, inhalación de los THM evaporados y absorción dérmica. Independientemente de las actividades diarias de consumo de agua, el baño o la ducha, el baño en la piscina también puede contribuir a la exposición total a THM.

Los estudios epidemiológicos asocian determinadas exposiciones a THM y en general la exposición a subproductos de la desinfección con efectos sobre la salud como el cáncer de vejiga y determinados defectos de nacimiento en recién nacidos de madres expuestas. Los estudios sobre el cáncer de vejiga encuentran un incremento del riesgo debido a largas exposiciones a los THM (más de 30 años) a pesar de que los resultados no son siempre significativos.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica el cloroformo y el bromodiclorometano como posibles carcinógenos para los humanos en ciertas condiciones de exposición. Esto quiere decir, a pesar de que existen indicios de su carcinogenicidad en animales experimentales, que la evidencia es limitada en humanos. El bromoformo y el dibromoclorometano no se han clasificado como cancerígenos.

Los límites de los THM en agua según la resolución 2115 de 2007 de Minambiente:

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Tabla 1. Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.
Fuente: <https://bit.ly/2ywBBv>

Para realizar la optimización del método es necesario comprender el funcionamiento de cada parámetro establecido en el método, esto le ayudará a identificar fallas y obtener análisis más rápidos y confiables.

Realizar las actividades descritas a continuación:

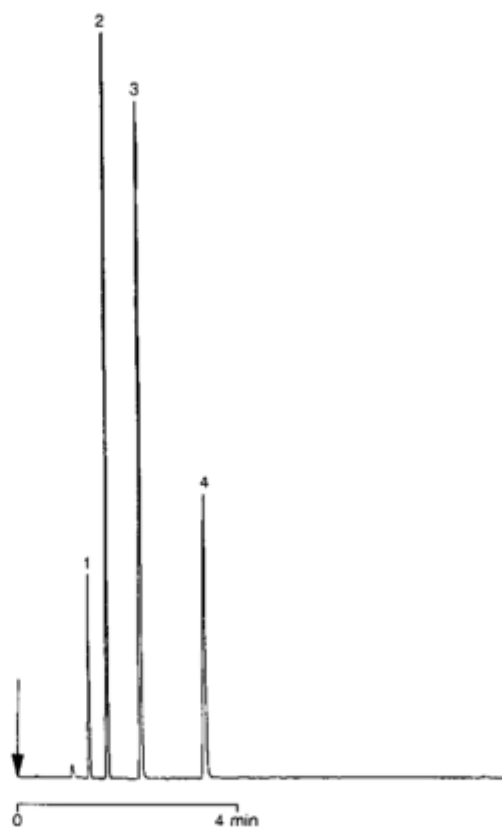
A partir de la información del método de THM que se presenta a continuación con el cromatograma, realice una propuesta de un método que permita la identificación de los THM presentes en una muestra de agua, realizando algunas consideraciones en particular, como la columna, el flujo, la temperatura en puerto y en horno

Conditions

Technique : GC-capillary
 Column : DB-624 Column, 30 m, 0.250 mm, 1.40 μ m.
 Temperature : 110 °C (isothermal)
 Carrier Gas : He, 100 kPa (1 bar, 14 psi)
 Injector : Split, 100 mL/min
 T = 265 °C
 Detector : ECD
 T = 300 °C

Peak identification

1. chloroform
2. bromodichloromethane
3. dibromochloromethane
4. bromoform



Presente al instructor la propuesta, realice el montaje del método en el cromatógrafo y corra un estándar, analice el cromatograma obtenido y realice mejoras del mismo según lo considere ya sea por temas de resolución de picos o por temas de identificación, proponga como puede mejorar el sistema, discuta con el instructor encargado su propuesta

Momento	Montaje de un método de Trihalometanos con detección por ECD: muestra
Flujo de aprendizaje	Preparación de la muestra e inyección
Proceso	Actividad práctica

A continuación, se presenta una serie de pasos de forma aleatoria, los cuales especifican la forma de tomar una muestra y analizar su contenido de THM en agua de grifo, realice una propuesta procedimental organizando los pasos

Pasos procedimentales toma de muestra	Orden (por que) de la elección
A. Inyecten 2 μL de acuerdo con el método establecido.	
B. Transieran la fase orgánica a un vial.	
C. En un tubo de 5 mL coloquen 2 mL de muestra y adicione 2 mL de n-hexano.	
D. Tomen una muestra del agua del grifo, primero abra la llave y deje correr el agua por al menos un minuto.	
E. Analicen los resultados obtenidos.	
F. Recojan 100 mL de muestra en un beaker de 250 mL .	
G. Agiten vigorosamente.	
H. Inyecten los estándares con la curva de calibración suministrada por el docente.	

A partir de la información del método de THM y el procedimiento sugerido para realizar la preparación de la muestra, inyecte los estándares y la muestra y determine la presencia de THM en el agua, realice un informe con los resultados.

Momento	Revisión de las condiciones de un GC con MSD
Flujo de aprendizaje	<u>Tuning</u>
Proceso	Actividad práctica
Verificación y ajuste detector de masas: <u>Tuning</u>	

PFTBA - The Tuning Standard

The Tuning Standard

Perfluorotributylamine (PFTBA)

Scan: 10.00 - 650.00 Samples: 16 Thresh: 500
117 peaks Base: 69.00 Abundance: 1974784

Mass	Abund	Rel Abund	Iso Mass	Iso Abund	Iso Ratio
69.00	1974784	100.00	70.00	20344	1.03
219.00	1161216	58.80	219.95	45968	3.96
502.00	56648	2.87	503.00	5690	10.04

Agilent Technologies

La sintonización implica ajustar una serie de parámetros del espectrómetro de masas.

Algunos parámetros son puramente electrónicos y afectan solo la forma en que la electrónica procesa la señal. Otros parámetros afectan la configuración de voltaje o las corrientes a las partes en la fuente de iones, el filtro de masa y el detector del MSD.

La perfluorotributilamina (PFTBA), ubicada en un frasco debajo del radiador de vacío, ingresa al colector de vacío automáticamente cuando se inicia una sintonización. Normalmente, el PFTBA dura un año o más antes de que sea necesario reemplazarlo.

Debe ser:

- Estable
- volátil
- Fragmentos en un amplio rango de masa
- Solo isótopos 13C y 15N
- Sin defecto de masa

El ajuste del espectrómetro de masas optimiza los parámetros de MSD para garantizar una buena información del espectro de masas cuando realice su análisis.

Antes de iniciar un autoajuste, debe configurar la fuente MS y las temperaturas del cuadrupolo MS.

1. Inicien una sesión de su instrumento en línea seleccionando Inicio> Programas> GC_MS Instrument # 1> GC_MS Instrument # 1. Para configurar las temperaturas de fuente y cuadrupolo, seleccione Ver> Control de sintonización y vacío ... en la vista Control del instrumento.
2. Una vez que se abra la vista Control de sintonización y vacío, elijan Parámetros> Editar temperaturas de MS ... Cuando se abra el panel, ingrese un punto de ajuste de 230° para la Fuente de MS y 150° para el Quad de MS.
3. Cuando las temperaturas de la MS han alcanzado sus puntos de ajuste, estarán listos para sintonizar
4. Para realizar una Sintonización automática de su instrumento, seleccionen Sintonizar> Sintonización automática (Auto Tune II).
5. La ventana de sintonización se puede minimizar en cualquier momento haciendo clic en el botón de minimizar de Windows. Cuando se completa la melodía, se imprime automáticamente un informe.

CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)

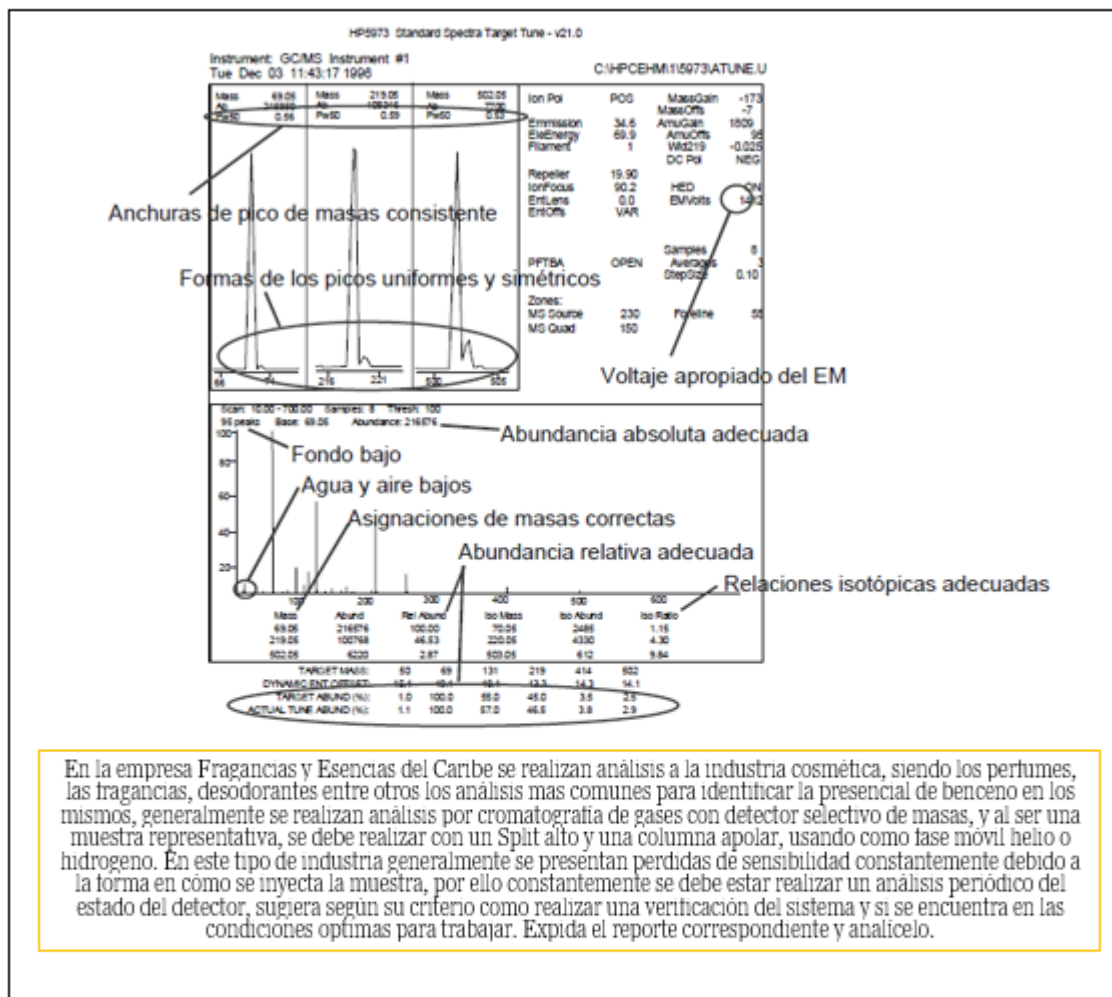


GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES

Versión: 3

Código: c2e-001

Fecha: 10 / 04 / 2022



En la empresa Fragancias y Esencias del Caribe se realizan análisis a la industria cosmética, siendo los perfumes, las fragancias, desodorantes entre otros los análisis mas comunes para identificar la presencal de benceno en los mismos, generalmente se realizan análisis por cromatografía de gases con detector selectivo de masas, y al ser una muestra representativa, se debe realizar con un Split alto y una columna apolar, usando como fase móvil helio o hidrogeno. En este tipo de industria generalmente se presentan perdidas de sensibilidad constantemente debido a la forma en cómo se inyecta la muestra, por ello constantemente se debe estar realizar un análisis periódico del estado del detector, sugiera según su criterio como realizar una verificación del sistema y si se encuentra en las condiciones óptimas para trabajar. Expida el reporte correspondiente y analicelo.

CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)		
 	GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES	Versión: 3
		Código: c2e-001
		Fecha: 10 / 04 / 2022

Momento	Revisión de las condiciones de un GC con MSD
Flujo de aprendizaje	Evaluation Tune
Proceso	Actividad práctica
Verificación y ajuste detector de masas: Ejecución del tune <u>Evaluation</u> .	
<ol style="list-style-type: none"> Hacer doble clic en el icono del instrumento para iniciar GC/MSD de MASSHUNTER Seleccionar 'Evaluate Tune' en el menú de 'Checkout'. Aparecerán dos ventanas con los nombres 'SCAN' y 'PROFILE'. Al finalizar el Tune <u>Evaluation</u>, guarde en la carpeta de 'ATUNE', en el escritorio con el nombre 'ATune(Fecha)'. Por ejemplo: ATune20190522. Guardar dando clic en 'Save'. Aparecerá el PDF con los resultados. Verificar en el informe generado que los resultados sean 'Ok'. NOTA: En el caso de encontrar 'HIGH' o 'LOW' y haber comprobado que no existen fugas en los gases se procederá a lavar la fuente de iones, informar al encargado antes de realizar esta operación. El procedimiento se encuentra en el manual de servicio de Agilent. 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Luego de realizar el <u>Evaluation Tune</u>, y de obtener el reporte del mismo, discuta con el instructor y sus compañeros lo siguiente: el estado del detector, implicaciones de la cantidad de picos y la importancia de determinar las masas bajas, ¿Qué representan estas masas bajas?, por que es importante evaluar las masas 69, 219 y 502 y al final discuta el resultado del informe.</p> </div>	

Momento	Montaje de un método de pesticidas por GC-MSD
Flujo de aprendizaje	Propuesta montaje y cuantificación del método de pesticidas por GC-MSD
Proceso	Actividad práctica
<p>La industria farmacéutica en su afán de constante innovación no deja de sorprendernos con el uso de nuevos principios activos obtenidos del material vegetal. Uno de estos ejemplos de origen vegetal son los productos obtenidos de la tan conocida Cannabis Sativa. Esta planta ha sido constantemente satanizada debido a la presencia de sustancias psicoactivas como el 9 ΔTHC (delta 9 tetrahidrocannabinol), sin embargo, se ha encontrado un nuevo uso terapéutico a otros de sus componentes, esto se puede ver en sustancias como el <u>cannabidiol</u> que contiene propiedades analgésicas y tratamiento en enfermedades del sistema nervioso como el Alzheimer y la epilepsia.</p> <p>La exploración de este tipo de sustancias ha llevado a implementar nuevos y rigurosos métodos de análisis donde por supuesto la preparación d La implementación la muestra no es un detalle del todo menor. El método por excelencia utilizado en la extracción y screening de los Cannabinoides es el provisto por el método QuEChERS.</p> <p>Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, y Safe. El método QuEChERS está ganando popularidad en todo el mundo como un procedimiento a elegir para el análisis de <u>multi-residuos</u> de pesticidas en alimentos y productos agrarios. QuEChERS ofrece las ventajas de altas recuperaciones, resultados precisos, rapidez de tratamiento, poco uso de solvente y material de vidrio y además requiere poco espacio de laboratorio y pocos reactivos. Y el proceso es robusto y fiable.</p> <p>El método QuEChERS es un proceso de dos etapas: extracción y <u>clean-up</u>. Posterior a la etapa de extracción usa MgSO₄ para reducir el contenido de agua en la muestra en algunos casos se utiliza NaCl para la mayoría de las aplicaciones o acetato de sodio anhidro para compuestos sensibles a pH alcalinos, como Folpet o Captan. Los productos para la etapa de extracción se suministran en tubos de polipropileno para centrífuga de 50mL para facilitar la extracción.</p> <p>La etapa de <u>clean-up</u> usa PSA (amina primaria/secundaria) para la eliminación de ácidos orgánicos y pigmentos polares además de otros productos. Algunos productos además de PSA, tienen C18 para la eliminación de la mayor parte de los lípidos y esteroides, o carbón activado para la eliminación de esteroides y pigmentos como la clorofila y los carotenoides.</p>	
Actividad 1 Preparación de muestra con QuEChERS	

 	GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRAFO DE GASES	Versión: 3
		Código: c2e-001
		Fecha: 10 / 04 / 2022

En la preparación de la muestra es importante la selección del material, según las indicaciones del fabricante se debe pesar entre 0.05 a 0.5 g del material a analizar, este material debe encontrarse previamente macerado. Este material pesado, debe llevarse al tubo graduado del kit QuEChERS. Para que exista una extracción efectiva es importante agregar un solvente que potencialice la extracción. Después de realizar la mezcla, debe adicionarse el kit de extracción QuEChERS (sobre plateado), siendo agitado y realizar centrifugación. Posteriormente se debe esperar la separación de las fases, y se debe retirar la fase superior. Se procede a realizar la extracción en fase sólida con el Kit SPE, agitar vigorosamente, dejar que se separen las fases, tomar la parte superior e inyectar la muestra.



Momento	Montaje de un método de pesticidas por GC-MSD
Flujo de aprendizaje	Propuesta montaje y cuantificación del método de pesticidas por GC-MSD
Proceso	Actividad práctica
Cuantificación de Pesticidas por GC-MSD.	
<p>El análisis de residuos de pesticidas en productos alimenticios es un procedimiento rutinario en muchos laboratorios que utilizan el método "Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe" [rápido, sencillo, económico, eficaz, sólido y seguro] (QuEChERS). Este procedimiento permite el análisis de cientos de pesticidas a bajas concentraciones con una única extracción.</p> <p>El análisis puede utilizar una combinación de LC y GC para detectar pesticidas volátiles, semivolátiles y no volátiles asociados con muchos métodos multiclase y multiresiduo. Aunque muchos pesticidas se pueden analizar tanto mediante LC como GC, otros no lo permiten. Cada técnica cromatográfica tiene sus ventajas y desventajas inherentes en términos de cuantificación de analito y efectos adversos derivados de la matriz extraída simultáneamente. La eliminación de estas sustancias extraídas simultáneamente es esencial para conseguir una cuantificación precisa en mances alimentarias complejas, lo que requiere tratamiento con adsorbentes de extracción de matriz.</p> <p>El espectrometro de masas acoplado a la cromatografía de gases es una técnica muy robusta que permite no solamente realizar una identificación de la matriz a analizar, realizando una comparación de los espectros de masas obtenidos con una librería, sino que permite también cuantificar aquellos componentes a través de una curva de calibración y a través de la opción SIM, se puede aumentar la sensibilidad del instrumento.</p>	

Actividad 1 Preparación de muestra con QuEChERS

Para realizar un proceso de cuantificación es importante tener en cuenta algunos parámetros iniciales: Debe determinarse inicialmente condiciones cromatográficas, y condiciones de detección, por ellos es importante basarse en notas de aplicación o métodos normalizados que utilizan sistemas GC-MSD. De igual forma debe establecerse cuales son los límites de cuantificación con la finalidad de construir una curva de calibración y determinar cuántos puntos tendrá la curva en la cuantificación de la matriz. Finalmente, al momento de realizar un proceso de identificación deben seleccionarse las masas Target y los cuantificadores que permitirán realizar con éxito el proceso de cuantificación.

A continuación, se presentan condiciones cromatográficas para un método de pesticidas:

<u>Analytical Conditions</u>
Inlet 260 °C, Split
Injection volume 1 µL
Column 30 m × 0.32 mm × 0.25 µm (Agilent J&W 123-0732) DB-WAX
Carrier gas N ₂ , Constant flow: 1 mL/min
Oven 50 °C (3 min) 30 °C/min 210 °C (30 min)

CENTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO (c2e)		
 	GUÍA DE APRENDIZAJE PARA LA OPERACIÓN DE UN CROMATOGRÁFO DE GASES	Versión: 3
		Código: c2e-001
		Fecha: 10 / 04 / 2022

Detector Masas, SCAN, rango de masas: 40 – 300 Dalton
<p>De acuerdo con la información anterior, realice una propuesta para desarrollar un método de cuantificación de pesticidas en una muestra de Cannabinoides.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presente la propuesta metodológica - Presente el informe del método desarrollado - Presente el informe de la curva desarrollada en donde se incluya el valor en concentración del pesticida o los pesticidas encontrados.

Anexo 3. Formato marcación Condiciones del GC

Condiciones Cromatografo de Gases								
Nombre del profesional:								
ID de dimensión	Subcriterio Nombre o descripción	día de evaluación	Tipo de aspecto M = Medir J = Juzgar	Aspecto - Descripción	Puntuación del juez	Descripción de aspecto adicional (medición o evaluación) O Descripción de puntuación de evaluación (solo evaluación)	Requisito (solo medición)	Marca máxima
A1	Grado de conocimiento del procedimiento		M	Familiarización con la seguridad y la protección del medio ambiente.		Restar todas las marcas si no se completó antes de comenzar a trabajar	Sí No	0.30
			M	Alistamiento del material para instalación de la columna		Restar todas las marcas si no se cumplen	Sí No	0.40
			M	Etiquetado de material de laboratorio		Reste todas las marcas si al menos una pieza de cristalería no está etiquetada	Sí No	0.40
			M	Selección del material necesario para instalar columna		Restar todas las marcas si no se cumplen	Sí No	0.40
			J	Analiza la metodología a desarrollar				4.00
					0	No se realizó un análisis de la metodología, ni se siguieron los procedimientos establecidos para el correcto funcionamiento del equipo		
					1	Se realizó una revisión del procedimiento, sin embargo no hay una completa comprensión y alisto los materiales para instalar la columna pero no pudo instalarla		
					2	Se reviso el procedimiento, se alisto material y se coloco la columna de manera adecuada		
					3	Se reviso el procedimiento, se alisto material y se coloco la columna de manera adecuada, se realiza una sugerencia de como identificar problemas en la columna o mala instalación		
A2	Contextualización del procedimiento		M	Selecciona la columna adecuada según el método que se va a desarrollar		Restar todas las marcas si la selección de la columna es errónea	1 operaciones	3.00
			M	Sugiere un procedimiento para seleccionar la columna mas adecuada para el análisis a identificar		Restar todas las marcas si no sugiere un procedimiento	1 operaciones	2.00
			M	Realiza los cortes de manera adecuada, revisa las ferulas y las tuercas		Restar todas las marcas si no se sigue el procedimiento	3 operaciones	3.00
			M	Determina si existe paso de flujo y si hay caída de presión plantea una solución al problema		Reste todas las marcas si no se cumple	2 operaciones	2.00
			J	Montaje de columna y puesta en marcha del GC				4.00
A3	Automatización del procedimiento					0	No puede realizar el montaje de forma adecuada de la columna, la selección no es la indicada para la matriz a analizar y el instrumento no puede usarse	
						1	Se realiza el montaje de la columna según procedimiento pero hay caídas de presión, no se selecciono adecuadamente la columna y el equipo enciende pero se apaga	
						2	Se revisó el procedimiento, se selecciono adecuadamente la columna, y el equipo se encuentra encendida sin fallas	
						3	Se siguió el procedimiento y se sugirieron posibles fallas y revisión de las mismas, se selecciono adecuadamente la columna y el equipo se encuentra funcionando en perfectas condiciones	

Anexo 4 Formato de marcación método de THM por ECD

Montaje de método de THM por ECD								
Nombre del profesional:								
ID de dimensión	Subcriterio Nombre o descripción	día de evaluación	Tipo de aspecto M = Medir J = Juzgar	Aspecto - Descripción	Puntuación del juez	Descripción de aspecto adicional (medición o evaluación) O Descripción de puntuación de evaluación (solo evaluación)	Requisito (solo medición)	Marca máxima
A1	Grado de conocimiento del procedimiento		M	Propone una metodología eficaz para la identificación de THM		Restar todas las marcas si no se completó antes de comenzar a trabajar	Sí No	0.30
			M	Alistamiento del material para desarrollar el procedimiento y preparación de muestra		Restar todas las marcas si no se cumplen	Sí No	0.40
			M	Verificación de las condiciones analíticas del GC		Reste todas las marcas si al menos una pieza de cristalería no está etiquetada	Sí No	0.40
			M	Selección de los estándares para realizar una comprobación de THM		Restar todas las marcas si no se cumplen	Sí No	0.40
			J	Analiza la metodología a desarrollar				
					0	No se realizó una propuesta adecuada de una metodología para la determinación de THM, ni se siguieron los procedimientos establecidos para su identificación en una matriz de aguas		
					1	Se realizó una propuesta procedimental, sin embargo no hay una completa comprensión de la matriz a analizar ni tampoco de los materiales que debe utilizar		
					2	Se realizó una propuesta del procedimiento adecuada para el análisis de THM, se alistó material y se realizó el análisis		
					3	Se realizó una propuesta del procedimiento adecuada para el análisis de THM, se alistó material, se realizó el análisis, se seleccionó adecuadamente un estándar para poder realizar la correcta identificación		
A2	Contextualización del procedimiento		M	Realiza el montaje del método de THM, y lo estructura en el Software para obtener datos		Restar todas las marcas si no se cumplen	1 operaciones	3.00
			M	Realiza las correcciones cromatográficas de forma adecuada y obtiene resultados que son analizables		Restar todas las marcas si no sugiere un procedimiento	2 operaciones	2.00
			M	Se tienen en cuenta la forma de preparar un estándar y propone la realización de una curva para su cuantificación		Restar todas las marcas si no se sigue el procedimiento	2 operaciones	3.00
			M	Determina si en la muestra existe la presencia de THM y la cantidad que están presentes en unidades de concentración		Reste todas las marcas si no se cumple	2 operaciones	2.00
			J	Montaje del método de THM				
A3	Automatización del procedimiento				0	No puede realizar el montaje de forma adecuada, la selección no es la indicada para la matriz a analizar y el instrumento no puede usarse		
					1	Se realizó el montaje del método según procedimiento propuesto pero no hay evidencia de que se analicen las matrices		

					<p>2 El procedimiento permite el análisis de los THM, se prepara la muestra de forma adecuada y se compara con el estándar</p> <p>3 El procedimiento permite el análisis de los THM, se prepara la muestra de forma adecuada, se compara con el estándar y al final se realiza un proceso de cuantificación para determinar la concentración de la matriz</p>	
--	--	--	--	--	---	--

Anexo 5 Formato de marcación Revisión condiciones del GC-MSD

Condiciones Cromatografo de Gases con detector selectivo de masas								
Nombre del profesional:								
ID de dimensión	Subcriterio Nombre o descripción	día de evaluación	Tipo de aspecto M = Medir J = Juzgar	Aspecto - Descripción	Puntuación del juez	Descripción de aspecto adicional (medición o evaluación) O Descripción de puntuación de evaluación (solo evaluación)	Requisito (solo medición)	Marca máxima
A1	Grado de conocimiento del procedimiento		M	Familiarización con la seguridad y la protección del medio ambiente.		Restar todas las marcas si no se completó antes de comenzar a trabajar	Sí No	0.30
			M	Verificación de las condiciones de vacío del detector		Restar todas las marcas si no se cumplen	Sí No	0.40
			M	Etiquetado de material de laboratorio		Reste todas las marcas si al menos una pieza de cristalería no está etiquetada	Sí No	0.40
			M	Selección del método de adquisición adecuado para la sintonización del detector		Restar todas las marcas si no se cumplen	Sí No	0.40
			J	Analiza la metodología a desarrollar				
					0	No se realizó un análisis de la metodología, ni se siguieron los procedimientos establecidos para el correcto funcionamiento del equipo		
					1	Se realizó una revisión del procedimiento, sin embargo no hay una completa comprensión y no se realizó la selección adecuada del archivo TUNE para la verificación del equipo		
					2	Se revisó el procedimiento, se revisaron las condiciones y se hizo la sintonización del mismo		
					3	Se revisó el procedimiento, se revisaron las condiciones, se hizo la sintonización del mismo y se expidió un reporte para determinar las características del detector selectivo de masas		
A2	Contextualización del procedimiento		M	Realiza una verificación del vacío, de la conectividad con el GC y verificación de fugas		Restar todas las marcas si la selección de la columna es errónea	3 operaciones	3.00
			M	Verifica la conectividad del detector, revisa los niveles de aceites de las bombas interna y externa; además de verificar el nivel de PFTBA		Restar todas las marcas si no sugiere un procedimiento	3 operaciones	2.00
			M	Verifica que la columna se encuentre bien instalada al detector selectivo de masas		Restar todas las marcas si no se sigue el procedimiento	3 operaciones	3.00
			M	Identifica el archivo de tune más adecuado, realiza el tune del detector y expide un reporte		Reste todas las marcas si no se cumple	3 operaciones	2.00
			J	Revisión de condiciones del GC con MSD				
A3	Automatización del procedimiento				0	No verifica las condiciones mínimas del detector, tampoco verifica el GC y no realiza el TUNE y la conectividad		
					1	Verifica la conectividad del GC con el MSD, sin embargo no revisa condiciones de las bombas ni tampoco realiza el TUNE		

					2	Se revisó el procedimiento, se reviso la conectividad, se revisaron fugas, bombas y se realizo el tune del detector		
					3	Se revisó el procedimiento, se reviso la conectividad, se revisaron fugas, bombas, se realizo el tune del detector y se expedio un reporte y realizo un evaluation tune		

Anexo 6 Formato de marcación Método de pesticidas por GC-MSD

Montaje de método de pesticidas por GC-MSD								
Nombre del profesional:								
ID de dimensión	Subcriterio Nombre o descripción	día de evaluación	Tipo de aspecto M = Medir J = Juzgar	Aspecto - Descripción	Puntuación del juez	Descripción de aspecto adicional (medición o evaluación) O Descripción de puntuación de evaluación (solo evaluación)	Requisito (solo medición)	Marca máxima
A1	Grado de conocimiento del procedimiento		M	Propone una metodología eficaz para la identificación y cuantificación de pesticidas		Restar todas las marcas si no se completó antes de comenzar a trabajar	Si No	0.30
			M	Alistamiento del material para desarrollar el procedimiento y preparación de muestra		Restar todas las marcas si no se cumplen	Si No	0.40
			M	Verificación de las condiciones analíticas del GC y el MSD		Reste todas las marcas si al menos una pieza de cristalería no está etiquetada	Si No	0.40
			M	Selección de los estándares para realizar una cuantificación de pesticidas por GC-MSD		Restar todas las marcas si no se cumplen	Si No	0.40
			J	Analiza la metodología a desarrollar				4.00
					0	No se realizó una propuesta adecuada de una metodología para la determinación y cuantificación de pesticidas, ni se siguieron los procedimientos establecidos para su identificación en una matriz de cannabis		
					1	Se realizó una propuesta procedimental, sin embargo no hay una completa comprensión de la matriz a analizar ni tampoco de los materiales que debe utilizar		
					2	Se realiza una propuesta del procedimiento adecuada para el análisis de pesticidas, se alisto material, se realizó el análisis y se cuantifico		
					3	Se realiza una propuesta del procedimiento adecuada para el análisis de pesticidas, se alisto material, se realizó el análisis, se selecciono adecuadamente el estandar para poder realizar la correcta identificación y cuantificación.		
A2	Contextualización del procedimiento		M	Realiza el montaje del método de pesticidas, y lo estructura en el Software para obtener datos		Restar todas las marcas si no se cumplen	1 operaciones	3.00
			M	Realiza las corridas cromatograficas de forma adecuada y obtiene resultados que son analizables		Restar todas las marcas si no sugiere un procedimiento	2 operaciones	2.00
			M	Se tienen en cuenta la forma de preparar un estandar y propone la realización de una curva para su cuantificación		Restar todas las marcas si no se sigue el procedimiento	2 operaciones	3.00
			M	Realiza una correcta extracción, determina si en la muestra existe la presencia de pesticidas		Reste todas las marcas si no se cumple	3 operaciones	2.00
			J	seleccionado los iones correctamente y la cantidad que estan presentes en unidades de concentración				4.00
						Montaje del método de pesticidas		
A3	Automatización del procedimiento					No puede realizar el montaje de forma adecuada, la seleccion de extracción no es la indicada para la matriz a analizar y el instrumento no puede usarse		
						Se realiza el montaje del método según procedimiento propuesto pero no hay evidencia de que se analicen las matrices debido a que no se realizó efectivamente la extracción		

						2	El procedimiento permite el análisis de los pesticidas, se prepara la muestra de forma adecuada y se compara con el estándar		
						3	El procedimiento permite el análisis de pesticidas, se realiza la extracción de la muestra de forma adecuada, se compara con el estándar y al final se realiza un proceso de cuantificación para determinar la concentración de la matriz y se expide el reporte		

Anexo 7 Instrumento de Salida

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
INSTRUMENTO DE SALIDA**

Espacio académico: Diplomado en Química Analítica Instrumental

Nombre:

Fecha:

El presente instrumento hace parte de un trabajo de postgrado adscrito al grupo de investigación de Didáctica y sus Ciencias del Departamento de Química; este instrumento tiene como objetivo identificar los conocimientos respecto a la técnica analítica cromatografía de gases

A continuación, encontraras una serie de preguntas las cuales debes seleccionar la opción que consideres más acertada.

1. En mi laboratorio tengo un GC con puerto de inyección Split/Splitless y FID, deseo caracterizar una gasolina. Diga la secuencia de acciones que realizaría para montar la aplicación.

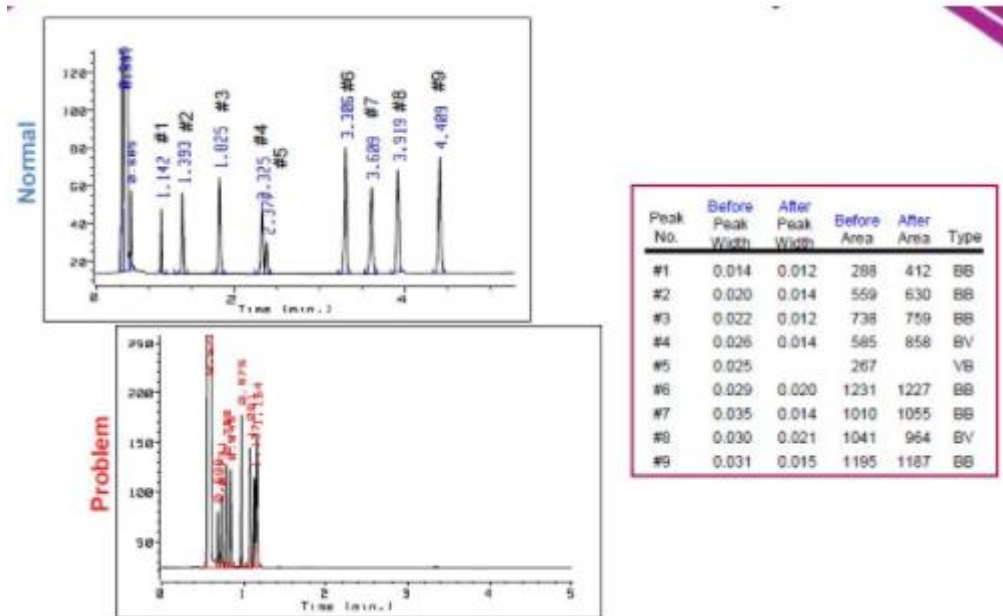
En la columna de la izquierda están las acciones y en la derecha debe colocar el número de paso (siendo 1 la primera acción)

Acciones	Paso en orden	Describe el porqué de su elección
Acondicionar la columna y el equipo con las condiciones encontradas en la bibliografía		
Ver la disponibilidad de columnas que tengo en el laboratorio para seleccionar la más adecuada e instalarla.		
Hacer varias inyecciones para verificar que todos los compuestos estén bien separados.		
Consultar la bibliografía y verificar si con la configuración que tengo (S/S y FID) se puede realizar el ensayo.		
Emitir el reporte de resultados de las muestras desconocidas.		
Hacer una prueba de repetibilidad		
Inyectar las muestras desconocidas		
Hacer una curva de calibración de los componentes de interés		

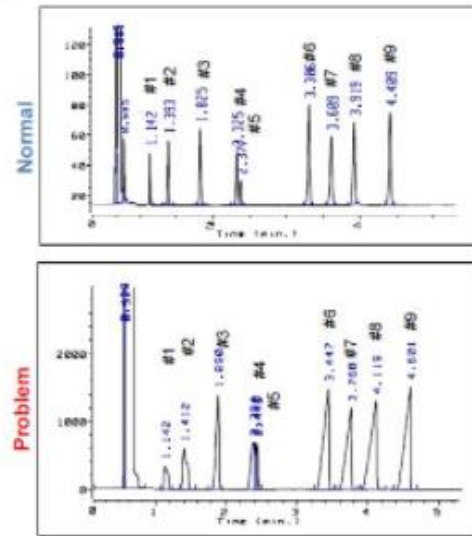
2. Describa según sus palabras cual es el fundamento que se debe tener en cuenta al momento de realizar un análisis cualitativo en cromatografía de gases

-
-
-
3. Uno de los consumibles que se encuentran en el puerto de inyección es la septa, según sus palabras, ¿Qué efecto se puede generar en el equipo y en el cromatograma si no se realiza el cambio de la septa de puerto de inyección Split/Splitless?
-
-
-

4. A continuación, se presentan una serie de imágenes de un cromatograma normal y un cromatograma que presentan algún problema. Según su conocimiento ¿por qué razón se puede estar generando este problema?



5.



Peak No.	Before Peak Width	After Peak Width	Before Area	After Area	Type
#1	0.014	0.050	268	11953	BB
#2	0.020	0.060	559	24937	BB
#3	0.022	0.046	738	37262	BB
#4	0.026	0.052	585	21148	BV
#5	0.025	0.024	267	11384	VU
#6	0.029	0.025	1231	10928	BB
#7	0.035	0.062	1010	71973	BB
#8	0.030	0.065	1041	58799	BV
#9	0.031	0.076	1195	75595	BB

Anexo 8 Tabla correlación momento 1

Tabla Correlación gases en ECD Grupo 1

Tipo de Detector	Nitrógeno	Hidrogeno	Aire
Detector captura de Electrones	Sirve como gas de fase móvil y gas de make up	No aplica	No aplica
Pureza del gas	El gas está en un 99,9997% puro según certificado No. 356	El gas está en un 99,9998% puro según certificado No. 344	El gas está en un 99,9997% puro según certificado No. 312
Presión de la pipeta	La presión se encuentra según manómetro a 110 psi	La presión se encuentra según manómetro a 110 psi	La presión se encuentra según manómetro a 120 psi
Presión en puesto	La presión en el puesto de trabajo es de 80 psi	La presión en el puesto de trabajo es de 80 psi	La presión en el puesto de trabajo es de 80 psi
Revisión Fugas	Se realizó la revisión de fugas con una solución de agua jabonosa se revisaron conexiones y no se encontró fuga, de igual forma se revisión caídas de presión en el instrumento.	Se realizó la revisión de fugas con una solución de agua jabonosa se revisaron conexiones y no se encontró fuga, no se realizó revisión en instrumento	Se realizó la revisión de fugas con una solución de agua jabonosa se revisaron conexiones y no se encontró fuga, no se realizó revisión en instrumento

Tabla Correlación grupo 5

Tipo de Detector	Gas Carrier	Make Up
ECD	Nitrógeno	Nitrógeno
Pureza	Puro	Puro
Presión de gases	Pipeta a 100 instrumento a 80	80 en el instrumento
Revisión de Fugas	Se revisaron fugas y no se encontraron	Se revisaron fugas y no se encontraron

Anexo 9 Informe Método ECD

Acquisition Method: Prueba THM 1
 Path: C:\CDSProjects\maestria UPN\Methods

1 Method Information

Last	C:\CDSProjects\maestria	Modified:	2022-10-28 09:01:36-05:00	Modifier:	SYSTEM
Saved As:	UPN\Methods\Prueba THM 1.amx	Created:	2022-04-23 09:23:31-05:00	Creator:	SYSTEM
Version:	2022-1028-1401-36854	Description:		Method Status:	Generic

2 Method Properties

Instrument Technique: Gas Chromatography

3 Schema version

Schema version: 2.3

4 GC

Module Display Name: Agilent 6890N | Module Type: GC | Order: 1

4.1 GC Summary

Run Time: 5 min | Post Run Time: 0 min

4.2 Oven

Equilibration Time: 1 min | Max Temperature: 260 °C | Maximum Temperature Override: Disabled
 Slow Fan: Disabled

4.2.1 Temperature

Setpoint: On | (Initial): 110 °C | Hold Time: 5 min
 Post Run: 60 °C

4.3 Front SS Inlet H2

Mode: Split | Heater: Off | Pressure: Off
 Total Flow: Off

4.4 Back SS Inlet H2

Mode: Split | Heater: On 265 °C | Pressure: On 12.323 psi
 Total Flow: On 114.52 mL/min | Gas Saver: Off | Split Ratio: 64 :1
 Split Flow: 105.08 mL/min

4.5 Column

4.5.1 Column #1

Column Information:	Agilent 122-1334	Description:	DB-624	Temperature Range:	-60 °C—260 °C (260 °C)
Dimensions:	30 m x 250 µm x 1.4 µm (Uncalibrated)	In:	Back SS Inlet H2	Out:	Back Detector FID
Column Outlet Pressure:	0 psi	(Initial):	110 °C	Pressure:	12.323 psi
Flow:	1.6419 mL/min	Average Velocity:	50.168 cm/sec	Holdup Time:	0.99664 min
Control Mode:	Constant Flow				

4.5.1.1 Flow

Setpoint: On | (Initial): 1.6419 mL/min | Post Run: 1.562 mL/min

4.6 Front Detector µECD

Makeup: N2 | Heater: On 300 °C | Makeup Flow: On 30 mL/min
 Carrier Gas Flow Correction: Constant Makeup Flow | Electrometer: On

4.7 Back Detector FID

Makeup:	N2	Heater:	Off	H2 Flow:	Off
Air Flow:	Off	Makeup Flow:	Off	Carrier Gas Flow Correction:	Constant Makeup and Fuel Flow
Flame:	Off				

4.8 Aux EPC**4.8.1 Aux EPC 3 N2**

Aux EPC 3 N2: (unused)

4.8.1.1 Pressure

Setpoint: Off (Initial): 14 psi

4.8.2 Aux EPC 4 N2

Aux EPC 4 N2: (unused)

4.8.2.1 Pressure

Setpoint: Off (Initial): 0 psi

4.8.3 Aux EPC 5 N2

Aux EPC 5 N2: (unused)

4.8.3.1 Pressure

Setpoint: Off (Initial): 0 psi

4.9 Signals**4.9.1 Signal #1: Front Signal**

Description:	Front Signal	Details:	Front Signal (μECD)	Save:	Off
Data Rate:	20 Hz	Dual Injection Assignment:	Front Sample		

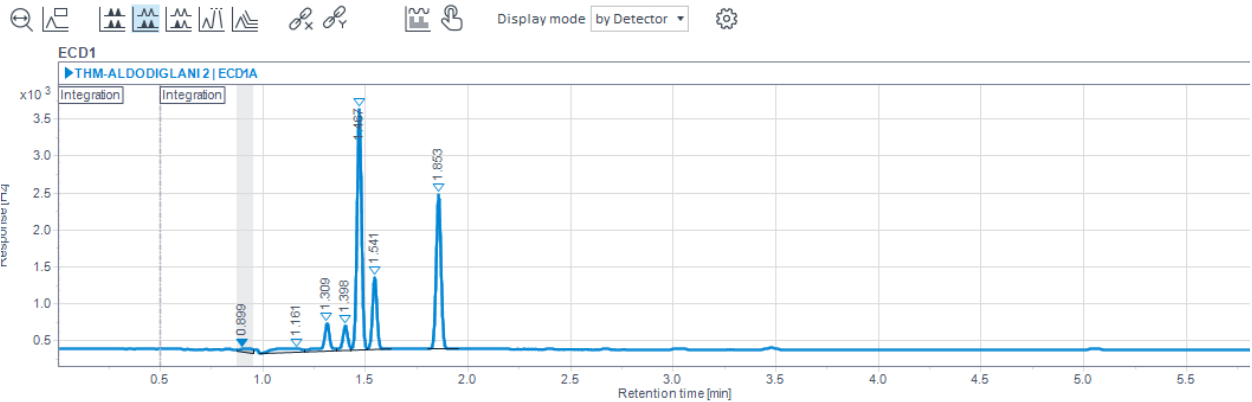
4.9.2 Signal #2: Back Signal

Description:	Back Signal	Details:	Back Signal (FID)	Save:	On
Data Rate:	20 Hz	Dual Injection Assignment:	Back Sample		

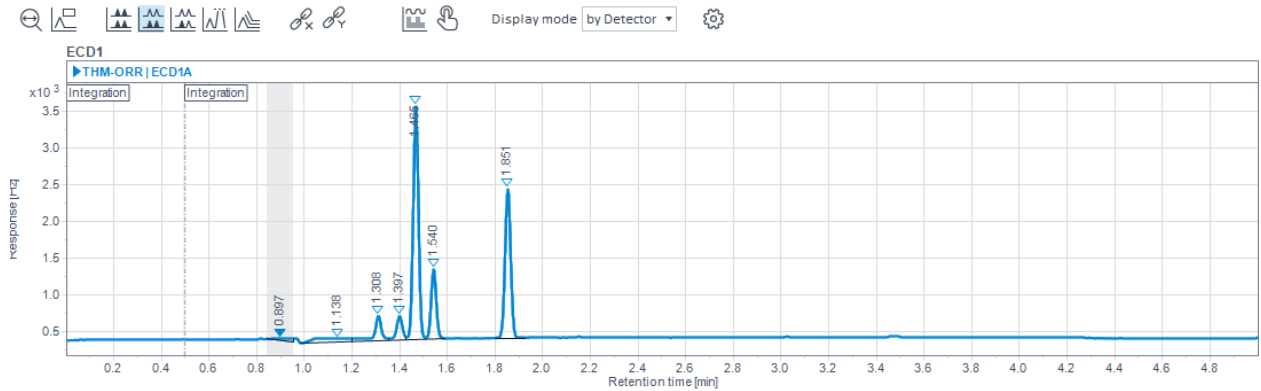
Method Audit Trail

Method audit trail is not printed

Chromatograms



Chromatograms



Anexo 10 Comparación propuestas entre grupos

Comparación de las propuestas entre grupos de dimensiones avanzada y novato

Procedimiento grupo 1

Pasos procedimentales toma de muestra	Orden (por qué) de la elección
Inyecten 2 μL de acuerdo con el método establecido.	Sexto, se realiza la inyección según el método para identificación
Transfieran la fase orgánica a un vial.	Quinto, posterior a la separación se debe transferir a partir de una pipeta la fases separadas
En un tubo de 5 mL coloquen 2 mL de muestra y adicionen 2 mL de n-hexano.	Tercero, se debe realizar la separación de los THM con el agua a través de una fase orgánica
Tomen una muestra del agua del grifo, primero abra la llave y deje correr el agua por al menos un minuto.	Primero, se obtiene la muestra a analizar, en este caso agua del grifo con posible presencia de THM
Analicen los resultados obtenidos.	Octavo, se analizan y discuten resultados
Recojan 100 mL de muestra en un beaker de 250 mL	Segundo, se realiza la selección de la cantidad de matriz a analizar, por tanto la MP será de 100 mL
Agiten vigorosamente.	Cuarto, se realiza agitación vigorosa para promover la separación de los componentes
Inyecten los estándares con la curva de calibración suministrada por el docente.	Séptimo, se realiza la inyección de estándares con curva

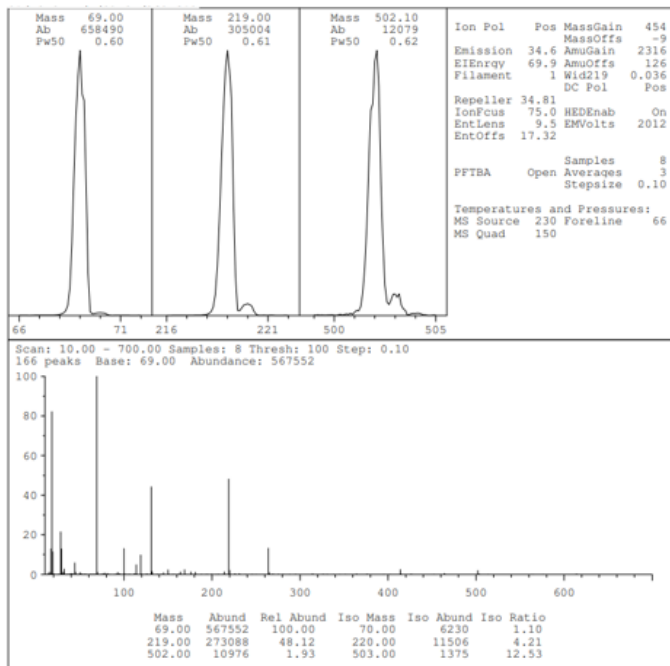
Procedimiento grupo 5

Pasos procedimentales toma de muestra	Orden (por qué) de la elección
Inyecten 2 μL de acuerdo con el método establecido.	6. Se inyecta para revisar la muestra
Transfieran la fase orgánica a un vial.	5. Se separan las fases obtenidas
En un tubo de 5 mL coloquen 2 mL de muestra y adicionen 2 mL de n-hexano.	3. Realizar la separación de la muestra con 5 mililitros
Tomen una muestra del agua del grifo, primero abra la llave y deje correr el agua por al menos un minuto.	1. Adquirir la muestra problema, para el análisis
Analicen los resultados obtenidos.	7. Se analizan resultados
Recojan 100 mL de muestra en un beaker de 250 mL	2. Recolectar 100 ml para ser usados como muestra
Agiten vigorosamente.	4. Se agita de manera vigorosa para la separación
Inyecten los estándares con la curva de calibración suministrada por el docente.	8. Se inyectan estándares para comparar

Anexo 11 Resultados tune grupos 2 y 5

Resultados Tune para grupos 2 y 5

Análisis Tune grupo 2



Se presentan picos para los iones 69, 219 y 502 acordes a las masas, con Pw50 con valores apropiados y menores a 0.65 que es lo que indica el fabricante, un detector de polaridad positiva, con valores de emisión correspondientes, con un valor en el EM de 2012, que lo hace consistente para el análisis, las temperaturas con acordes y la presión del vacío esta dentro del rango necesario. En el espectro se observan altos los valores de masas bajas lo que implica presencia de suciedad e interferentes es necesario realizar limpieza con temperatura y un flujo alto de fase móvil, las relaciones se toman teniendo en cuenta a la masa 69

Air/Water Check: H2O~82.10% N2~21.49% O2~2.73% CO2~5.78% N2/H2O~26.17%

Column Flow: Front: 3.996 Back: 0 ml/min. Interface Temp: 0

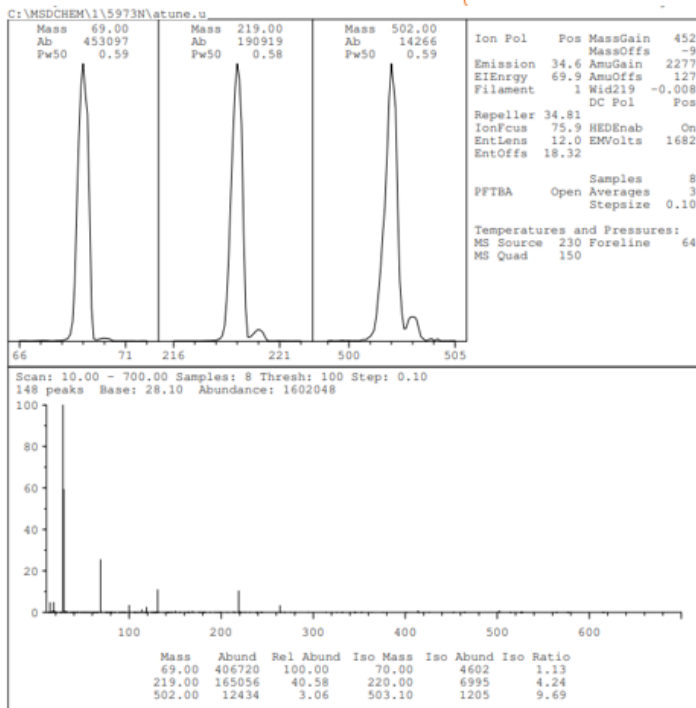
Ramp Criteria:

Ion Focus Maximum 90 volts using ion 502; EM Gain 231000
Repeller Maximum 35 volts using ion 219;

MassGain Values (Samples): 452(3) 456(2) 451(1) 457(0) 454(FS)

TARGET MASS:	50	69	131	219	414	502	800
Amu Offset:	126.0	126.0	126.0	126.0	126.0	126.0	126.0
Entrance Lens Offset:	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3

Análisis Tune grupo 5



Se observa el resultado del Tune, salen picos para masas 69, 219 y 502, con anchos estables y menores a 0.65 según indica fabricante, de polaridad positiva y un valor del electromultiplicador de 1682, para el caso de el espectro hay masas bajas con valor alto lo que se debe a agua y nitrógeno, las abundancias se tienen en cuenta a la masa 69. El equipo puede usarse pero no se debe trabajar en masas menores a 50 por la contaminación.

Air/Water Check: H2O-18.72% N2-393.89% O2-2.26% CO2-1.38% N2/H2O-2104.41%

Column Flow: Front: 4.659 Back: 0 ml/min. Interface Temp: 0

Ramp Criteria:

Ion Focus Maximum 90 volts using ion 502; EM Gain 117726
Repeller Maximum 35 volts using ion 219;

MassGain Values (Samples): 452 (3) 452 (2) 452 (1) 452 (0) 452 (FS)

TARGET MASS:	50	69	131	219	414	502	800
Amu Offset:	127.0	127.0	127.0	127.0	127.0	127.0	127.0
Entrance Lens Offset:	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3

Anexo 12 Parámetros método pesticidas

Parámetros del Método de Pesticidas

```
INSTRUMENT CONTROL PARAMETERS:   gc msd
-----
C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\C2EKHYMOS\DESKTOP\CAROLINA CUERVO\METODO\PESTICIDAS.M
Fri Oct 28 14:37:48 2022

Control Information
-----
Sample Inlet       : GC
Injection Source   : GC ALS
Mass Spectrometer  : Enabled
-----
                        6890 GC METHOD
-----

OVEN
Initial temp: 140 'C (On)           Maximum temp: 370 'C
Initial time: 1.00 min              Equilibration time: 0.00 min
Ramps:
  # Rate Final temp Final time
  1 15.00      280      0.00
  2  0.0(Off)
Post temp: 0 'C
Post time: 0.00 min
Run time: 10.33 min

FRONT INLET (SPLIT/SPLITLESS)      BACK INLET (UNKNOWN)
Mode: Pulsed Splitless
Initial temp: 300 'C (On)
Pressure: 7.84 psi (On)
Pulse pressure: 24.0 psi
Pulse time: 1.00 min
Purge flow: 10.0 mL/min
Purge time: 1.00 min
Total flow: 21.9 mL/min
Gas saver: Off
Gas type: Hydrogen

COLUMN 1                          COLUMN 2
Capillary Column                  (not installed)
Model Number: Agilent 19091J-413
HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane
Max temperature: 325 'C
Nominal length: 30.0 m
Nominal diameter: 320.00 um
Nominal film thickness: 0.25 um
Mode: constant flow
Initial flow: 4.0 mL/min
Nominal init pressure: 7.85 psi
Average velocity: 112 cm/sec
Inlet: Front Inlet
Outlet: MSD
Outlet pressure: vacuum

FRONT DETECTOR (NO DET)          BACK DETECTOR (NO DET)

SIGNAL 1                          SIGNAL 2
Data rate: 20 Hz                  Data rate: 20 Hz
Type: test plot                   Type: test plot
Save Data: Off                    Save Data: Off
Zero: 0.0 (Off)                   Zero: 0.0 (Off)
Range: 0                           Range: 0
Fast Peaks: Off                   Fast Peaks: Off
----- ^                          ----- ^
```

TIME TABLE
 Time Specifier Parameter & Setpoint

GC Injector

Front Injector:
 Sample Washes 6
 Sample Pumps 4
 Injection Volume 1.00 microliters
 Syringe Size 10.0 microliters
 PreInj Solvent A Washes 4
 PreInj Solvent B Washes 4
 PostInj Solvent A Washes 0
 PostInj Solvent B Washes 0
 Viscosity Delay 0 seconds
 Plunger Speed Fast
 PreInjection Dwell 0.00 minutes
 PostInjection Dwell 0.00 minutes

Back Injector:
 No parameters specified

 Column 1 Inventory Number : AB005
 Column 2 Inventory Number :

MS ACQUISITION PARAMETERS

General Information

Tune File : atune.u
 Acquisition Mode : SIM

MS Information

Solvent Delay : 1.50 min

 EM Absolute : False
 EM Offset : 0
 Resulting EM Voltage : 2105.9

[Sim Parameters]

GROUP 1
 Group ID : 1
 Resolution : Low
 Plot 1 Ion : 197.00
 Ions/Dwell In Group (Mass, Dwell) (Mass, Dwell) (Mass, Dwell)
 (197.00, 100) (199.00, 100) (314.00, 100)

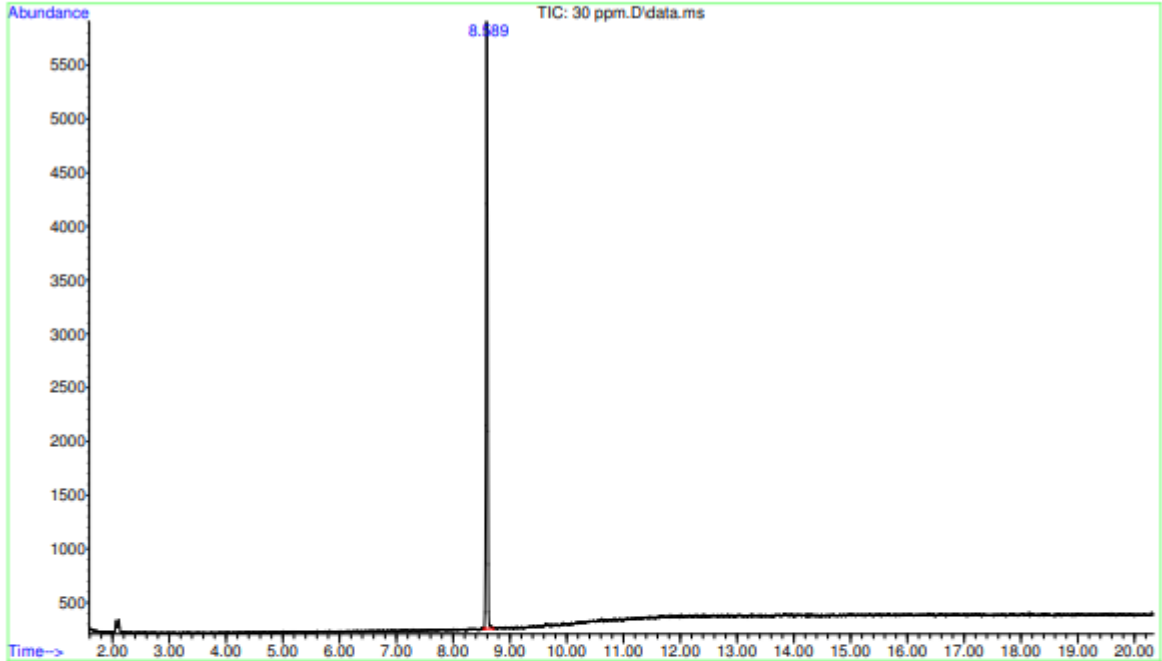
[MSZones]

MS Source : 230 C maximum 250 C
 MS Quad : 150 C maximum 200 C

END OF MS ACQUISITION PARAMETERS

TUNE PARAMETERS for SN:

File :C:\Documents and Settings\C2EKHYMOS\Desktop\Carolina cuervo\
... Datos\30 ppm.D
Operator :
Instrument : gc msd
Acquired : 27 Oct 2022 16:01 using AcqMethod PESTICIDAS.M
Sample Name: 30 ppm
Misc Info :



Anexo 13 Instrumento de Salida Profesional Química

Instrumento de Salida Profesional Química

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
INSTRUMENTO DE SALIDA**

Espacio académico: Diplomado en Química Analítica Instrumental

Nombre: Tatiana Gomez

Fecha: 21 de septiembre de 2022

El presente instrumento hace parte de un trabajo de postgrado adscrito al grupo de investigación de Didáctica y sus Ciencias del Departamento de Química; este instrumento tiene como objetivo identificar los conocimientos respecto a la técnica analítica cromatografía de gases

A continuación, encontraras una serie de preguntas las cuales debes seleccionar la opción que consideres más acertada.

1. En mi laboratorio tengo un GC con puerto de inyección Split/Splitless y FID, deseo caracterizar una gasolina. Diga la secuencia de acciones que realizaría para montar la aplicación.

En la columna de la izquierda están las acciones y en la derecha debe colocar el número de paso (siendo 1 la primera acción)

Acciones	Paso en orden	Describa el porqué de su elección
Acondicionar la columna y el equipo con las condiciones encontradas en la bibliografía	3	Se realiza la instalación según procedimiento desarrollado en el momento 1 y se colocan las condiciones de temperaturas, flujos y parámetros encontrados en métodos normalizados.
Ver la disponibilidad de columnas que tengo en el laboratorio para seleccionar la más adecuada e instalarla.	2	Revisar los tipos de columna disponibles, seleccionando una columna de tipo apolar dadas las características de la muestra
Hacer varias inyecciones para verificar que todos los compuestos estén bien separados.	4	Se deben realizar pruebas para ver la eficacia de la columna y evidenciar que los parámetros sean los adecuados, de no ser así se debe ir cambiando un parámetro a la vez hasta alcanza la separación necesaria.
Consultar la bibliografía y verificar si con la configuración que tengo (S/S y FID) se puede realizar el ensayo.	1	Se deben verificar métodos normalizados y estandarizados que permitan tener un puto de partida de las condiciones, como columna a usar, temperaturas, flujos de puerto y en columna y características del detector.
Emitir el reporte de resultados de las muestras desconocidas.	8	Al final se reporta los resultados obtenidos, reporte que tendrá las características del método y los cromatogramas obtenidos

Hacer una prueba de repetibilidad	5	Es necesario realizar varios ensayos con la finalidad de ver que el método sea consistente y la separación adecuada.
Inyectar las muestras desconocidas	7	
Hacer una curva de calibración de los componentes de interés	6	Para poder estandarizar el método, se deben tomar patrones para diseñar una curva de calibración que me permita cuantificar la concentración de la muestra a analizar.

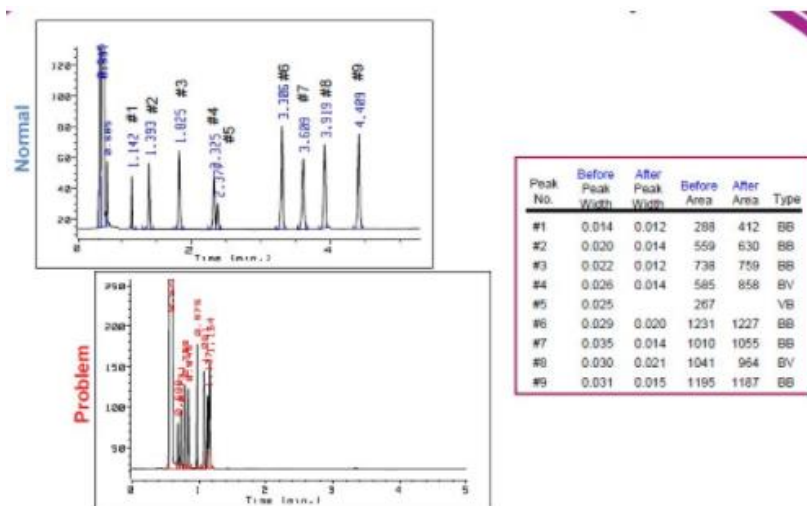
2. Describa según sus palabras cual es el fundamento que se debe tener en cuenta al momento de realizar un análisis cualitativo en cromatografía de gases

Para realizar un análisis cualitativo, es importante identificar las características de la muestra problema, la naturaleza de la misma (polar o apolar), verificar si tengo un estándar de comparación, si es volátil o no, si debo realizar una extracción previa y si utilizo un GC-MSD verificar un rango de masas optimo para realizar en análisis

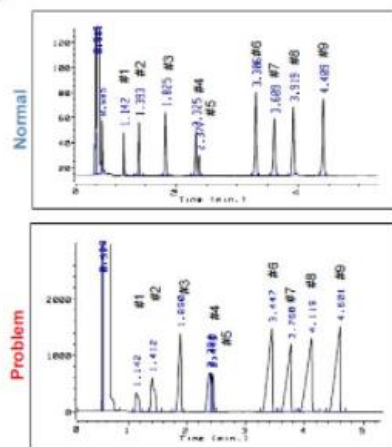
3. Uno de los consumibles que se encuentran en el puerto de inyección es la septa, según sus palabras, ¿Qué efecto se puede generar en el equipo y en el cromatograma si no se realiza el cambio de la septa de puerto de inyección Split/Splitless?

Se pueden presentar fugas en el puerto de inyección, es evidente corrimientos en los tiempos de retención y disminución de las áreas de los picos, como no se hace el cambio de la septa existirán presencia de picos fantasma

4. A continuación, se presentan una serie de imágenes de un cromatograma normal y un cromatograma que presentan algún problema. Según su conocimiento ¿por qué razón se puede estar generando este problema?



Este problema puede ser generado debido a un flujo en la columna superior al original



Peak No.	Before Peak Width	After Peak Width	Before Area	After Area	Type
#1	0.014	0.050	268	11953	RR
#2	0.020	0.060	559	24937	BB
#3	0.022	0.046	738	37252	BB
#4	0.026	0.052	565	21148	UV
#5	0.025	0.024	267	11384	UV
#6	0.029	0.025	1231	10928	BB
#7	0.035	0.052	1010	71973	BB
#8	0.030	0.065	1041	58799	BV
#9	0.031	0.076	1195	75595	BB

Se observan picos con mayor ensanchamiento en la línea base, lo que puede ser generado por un flujo de venteo de Split mas bajo de lo normal.

Anexo 14 Instrumento de Salida Profesional Licenciada

Instrumento de Salida Profesional Licenciada

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
INSTRUMENTO DE SALIDA**

Espacio académico: Diplomado en Química Analítica Instrumental

Nombre: Camila Molano

Fecha: 21 de septiembre de 2022

El presente instrumento hace parte de un trabajo de postgrado adscrito al grupo de investigación de Didáctica y sus Ciencias del Departamento de Química; este instrumento tiene como objetivo identificar los conocimientos respecto a la técnica analítica cromatografía de gases

A continuación, encontraras una serie de preguntas las cuales debes seleccionar la opción que consideres más acertada.

1. En mi laboratorio tengo un GC con puerto de inyección Split/Splitless y FID, deseo caracterizar una gasolina. Diga la secuencia de acciones que realizaría para montar la aplicación.

En la columna de la izquierda están las acciones y en la derecha debe colocar el número de paso (siendo 1 la primera acción)

Acciones	Paso en orden	Describe el porqué de su elección
Acondicionar la columna y el equipo con las condiciones encontradas en la bibliografía	3	Se instala y acondiciona la columna elegida, se cambia en el software
Ver la disponibilidad de columnas que tengo en el laboratorio para seleccionar la más adecuada e instalarla.	2	Revisar las columnas con que se dispone y seleccionar la más adecuada.
Hacer varias inyecciones para verificar que todos los compuestos estén bien separados.	4	Es necesario realizar inyecciones por que se verifica la eficacia del método
Consultar la bibliografía y verificar si con la configuración que tengo (S/S y FID) se puede realizar el ensayo.	1	Se deben verificar documentos que ya hayan realizado la propuesta de identificación pudiendo buscar las condiciones iniciales, como la columna
Emitir el reporte de resultados de las muestras desconocidas.	8	Se emite el correspondiente reporte con su identidad y cantidad
Hacer una prueba de repetibilidad	5	Por que con varias pruebas se identifica que el método funciona
Inyectar las muestras desconocidas	7	Se inyecta la muestra problema y se verifica el método

Hacer una curva de calibración de los componentes de interés

6

Si se solicita cuantificar se debe construir una curva de calibración

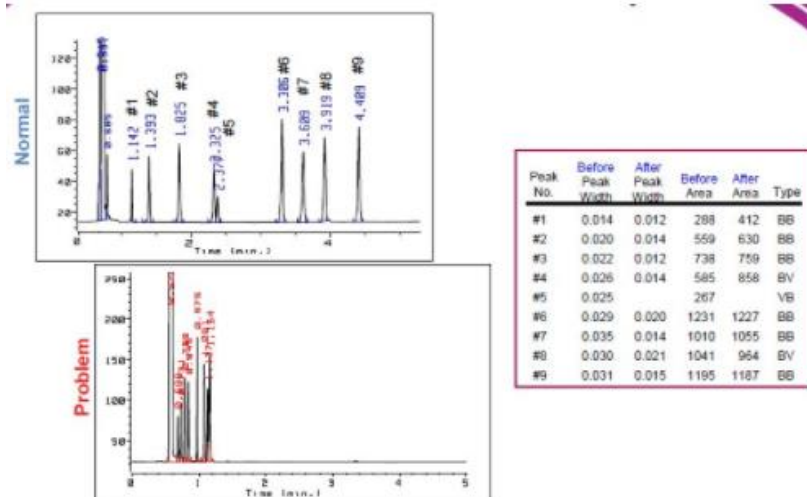
2. Describa según sus palabras cual es el fundamento que se debe tener en cuenta al momento de realizar un análisis cualitativo en cromatografía de gases

Se debe tener en cuenta el tipo de análisis, si la muestra es volátil y el tipo de polaridad. Hay que tener en cuenta un método (revisar bibliografía) y un estándar para comparar

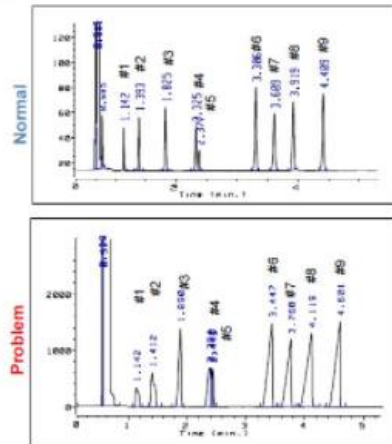
3. Uno de los consumibles que se encuentran en el puerto de inyección es la septa, según sus palabras, ¿Qué efecto se puede generar en el equipo y en el cromatograma si no se realiza el cambio de la septa de puerto de inyección Split/Splitless?

Cuando no se hace el cambio de la septa, se presentan caídas de presión (fugas) y corrimiento en los tiempos de retención, además de contaminación cruzada

4. A continuación, se presentan una serie de imágenes de un cromatograma normal y un cromatograma que presentan algún problema. Según su conocimiento ¿por qué razón se puede estar generando este problema?



Se aumenta el flujo y es superior al normal



Peak No.	Before Peak Width	After Peak Width	Before Area	After Area	Type
#1	0.014	0.050	268	11953	BB
#2	0.020	0.060	559	24937	BB
#3	0.022	0.046	738	37252	BB
#4	0.026	0.052	565	21148	UV
#5	0.025	0.024	267	11384	UV
#6	0.029	0.025	1231	10928	BB
#7	0.035	0.052	1010	71973	BB
#8	0.030	0.065	1041	58799	BV
#9	0.031	0.076	1195	75595	BB

No se hace limpieza en el venteo de la septa de forma adecuada, por eso se ve el problema