

**El Thinking Classroom como Enfoque Didáctico para Fomentar la Argumentación  
Científica en Torno al Estudio de Algunos Anticonceptivos Hormonales**

Daniel Alejandro Londoño Cuevas

Karen Juliana Pulido Gaviria

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Bogotá, D.C.

2023

**El Thinking Classroom como Enfoque Didáctico para Fomentar la Argumentación  
Científica en Torno al Estudio de Algunos Anticonceptivos Hormonales**

Daniel Alejandro Londoño Cuevas

Karen Juliana Pulido Gaviria

Director

Yair Alexander Porras Contreras

Doctor en Innovación e Investigación en Didáctica

Codirectora

Sonia Beltrán Catama

Licenciada en Química

Trabajo de Grado para optar al título de Licenciados en Química

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Bogotá, D.C.

2023

## **Dedicatoria**

*Con profundo cariño y sincero respeto, dedicamos esta investigación a todas las mujeres que, lamentablemente, han visto su salud afectada como consecuencia de la falta de conocimiento en torno al empleo de los métodos anticonceptivos hormonales.*

## **Agradecimientos**

En la culminación de este arduo proceso académico, deseamos expresar nuestros sinceros agradecimientos a quienes hicieron posible la realización de este trabajo de grado. Sus contribuciones, apoyo y aliento han sido fundamentales en nuestro camino hacia el logro de este objetivo.

En primer lugar, extendemos nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Pedagógica Nacional por brindarnos el acceso al conocimiento y las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo. Su compromiso con la educación y la investigación ha sido una fuente inagotable de inspiración.

Al profesor Yair y Sonia, quienes desempeñaron un papel crucial como nuestros directores, les agradecemos por su orientación experta, paciencia y dedicación. Sus valiosas enseñanzas y guía constante han sido fundamentales para la culminación de esta investigación.

A Lina, cuyo apoyo en el laboratorio fue indispensable, le agradecemos por su incansable colaboración y compromiso con nuestro trabajo.

Expresamos nuestro agradecimiento a nuestras madres Jasleidy y Claudia, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificios han sido la base de nuestra formación, asimismo nuestros hermanos y hermanas.

También queremos rendir homenaje a las personas que no están en el mundo terrenal, cuya influencia y recuerdos siguen inspirando nuestras vidas y decisiones.

A nuestros amigos, quienes nos han brindado su amistad y comprensión a lo largo de este desafiante viaje, les agradecemos por su apoyo inquebrantable.

Por último, agradecemos a todos los profesores que han sido parte de nuestro proceso de formación. Sus enseñanzas y orientación han dejado una huella imborrable en nuestro crecimiento académico, profesional y personal.

## Contenido

1. Introducción.....	8
2. Planteamiento Problema.....	10
3. Objetivos.....	12
3.1 Objetivo General .....	12
3.2 Objetivos específicos .....	12
4. Justificación.....	13
5. Antecedentes.....	15
5.1 Componente pedagógico y didáctico .....	15
5.1.1 Aprendizaje colaborativo.....	15
5.1.2 Aprendizaje basado en problemas .....	17
5.2 Componente disciplinar .....	19
6. Marco teórico .....	22
6.1 Componente Educativo Sexual .....	22
6.1.1 Historia.....	22
6.1.2 Contexto educativo .....	23
6.1.3 Métodos anticonceptivos.....	24
6.1.4 Métodos anticonceptivos hormonales .....	25
6.2 Componente disciplinar .....	26
6.2.1 Mecanismo de acción de los anticonceptivos hormonales .....	26
6.2.2 Levonorgestrel, Etinilestradiol y Acetato de medroxiprogesterona .....	30
6.2.3 Acción biológica de la hormona Levonorgestrel o etinilestradiol procedente de anticonceptivos orales diarios .....	32
6.2.4 Acción biológica de la hormona acetato de medroxiprogesterona procedente de anticonceptivos inyectables .....	33
6.2.5 Interacción estereoquímica y la actividad enzima - ligando en la acción biológica de algunas hormonas anticonceptivas .....	34
6.2.6 La enzima CYP3A4.....	36
6.2.7 Química Analítica .....	37
6.2.8 Técnica HPLC .....	38
6.3 Componente Pedagógico y Didáctico .....	43
6.3.1 Enfoque Thinking Classroom.....	43
6.3.2. Argumentación científica según Toulmin .....	49
6.3.3 Niveles de representación de la materia .....	50
7.1 Enfoque metodológico mixto .....	53
7.2 Modelo de las 7E.....	53
7.3 Fases de la investigación.....	57
7.3.1 Fase diagnóstica .....	57

7.3.2 <i>Fase de desarrollo</i> .....	59
7.3.3 <i>Fase de evaluación</i> .....	68
<b>8. Resultados y análisis</b> .....	<b>70</b>
<b>8.1 Fase Diagnóstica</b> .....	<b>70</b>
8.1.1 <i>Circulo Tejido</i> .....	70
8.1.2 <i>Prueba Diagnostica Anticonceptivos</i> .....	72
8.1.3 <i>Prueba Diagnóstica Disciplinar</i> .....	77
<b>8.2 Fase de desarrollo</b> .....	<b>81</b>
8.2.1 <i>Una visión macroscópica de los anticonceptivos hormonales por medio del aprendizaje con grupos colaborativos</i> .....	82
8.2.2 <i>El viaje mesoscópico de las hormonas a través del ciclo sexual femenino</i> .....	86
8.2.3 <i>¿Qué tiene que ver la química en todo esto? El puente entre el conocimiento macro y el conocimiento molecular</i> .....	92
8.2.4 <i>Una actividad experimental en el entorno de laboratorio que posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica</i> .....	94
<b>8.3 Fase de evaluación</b> .....	<b>100</b>
8.3.1 <i>Componente disciplinar</i> .....	101
8.3.2 <i>Habilidades en la construcción de un argumento</i> .....	106
<b>8.4 Resultados Generales</b> .....	<b>111</b>
<b>9. Conclusiones</b> .....	<b>113</b>
<b>10. Recomendaciones</b> .....	<b>116</b>
<b>11. Bibliografía</b> .....	<b>117</b>
<b>12. Anexos</b> .....	<b>123</b>
12.1 <i>Secuencia didáctica: De Amor y Moléculas: Aventuras Químicas en la Anticoncepción</i> .....	123

## Índice de Tablas

Tabla 1. Métodos anticonceptivos hormonales y no hormonales .....	25
Tabla 2. Clasificación de los anticonceptivos hormonales .....	26
Tabla 3. Efectos producidos por el consumo de anticonceptivos sobre los diferentes sistemas del ciclo sexual femenino. Información adaptada de Saravi (2007) y Bottini (2019). .....	28
Tabla 4. Descripción general de la hormonal Levonorgestrel y Etinilestradiol .....	30
Tabla 5. Validación de métodos analíticos. Adaptado de IDEAM (2020). Fuente propia .....	41
Tabla 6. Estrategias de las 7E. ....	54
Tabla 7. Materiales y Reactivos. Adaptado de la USP. Fuente propia. ....	62
Tabla 8. Condiciones cromatográficas para levonorgestrel. Adaptado de la USP. Fuente propia. ....	63
Tabla 9. Datos para la construcción de la curva de calibración para el estándar de Levonorgestrel de 1,5mg. Fuente propia. ....	64
Tabla 10. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia.....	101
Tabla 11. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia.....	102
Conceptos y procesos a nivel atómico-molecular de los métodos anticonceptivos. Tabla 12. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia.....	103
Implicaciones y explicaciones a nivel simbólico de los resultados obtenidos en el laboratorio. Tabla 13. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia.....	104
Postura. Tabla 14. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia .....	106
Tabla 15. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia .....	107
Garantías. Tabla 16. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia .....	108
Sustento. Tabla 17. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia .....	108
Tabla 18. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia .....	109
Refutación. Tabla 19. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia .....	110
Conclusión. Tabla 20. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia. ....	110

## Índice de Gráficas

Ilustración 1. Competencias ciudadanas y científicas en la educación para la sexualidad. Fuente propia. Información adaptada de: Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2008). ...24	24
Ilustración 2. Mecanismo del ciclo sexual femenino y acción de los anticonceptivos hormonales. Adaptado de: Silueta de figura femenina (Newshop11, s.f.). ....28	28
Ilustración 3. Estructura química de Levonorgestrel. Diseñado en ChemDraw. Fuente .....30	30
Ilustración 4. Estructura química de Etinilestradiol. Diseñado en ChemDraw. Fuente .....31	31
Ilustración 5. Relaciones biosintéticas de hormonas esteroides. BIOQUÍMICA-L.Stryer.Fuente propia .....35	35
Ilustración 6. Síntesis de andrógenos y estrógenos. Bioquímica-Stryer. Fuente propia.....35	35
Ilustración 7. ¿Qué es la química analítica? Fuente propia. Información adaptada de (Skoog, Holler, & Crouch, 2008) .....38	38
Ilustración 8. Método HPLC. Fuente propia. Información adaptada de (Morales y Suarez, 2018) .....38	38
Ilustración 9. Modo de operación y tipos de HPCL. Fuente propia. Información adaptada de (Morales y Suarez, 2018).....39	39
Ilustración 10. Diseño experimental obtención de cristales de Levonorgestrel, adaptado de la USP. Fuente propia .....42	42
Ilustración 11. Estrategias para el desarrollo del Thinking Classroom. Fuente propia. Información adaptada de Liljedahl (2021).....45	45
Ilustración 12: Estrategias seleccionadas del Thinking Classroom para la implementación del proyecto. Fuente propia. Información adaptada de Liljedahl (2021).....46	46
Ilustración 13. Elementos del ABP. Fuente propia .....49	49
Ilustración 15. Procedimiento preparación muestra. Adaptado de la USP. Fuente propia. ....63	63
Ilustración 17. Reporte cromatograma para el estándar de levonorgestrel de 1,5mg -30 ppm64	64
Ilustración 18. Circulo tejido .....72	72
Ilustración 19. Nube de palabras de anticonceptivos. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq .73	73
Ilustración 20. Nube de palabras sobre hormonas anticonceptivas. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq .....74	74
Ilustración 21. Nube de palabras de efectos secundarios. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq .....75	75
Ilustración 22. Contraindicaciones o recomendación de la pastilla de emergencia. Fuente propia. Elaborado en Iramuteq.....76	76
Ilustración 23. Estructuras de los anticonceptivos sintéticos Levonorgestrel y Etinilestradiol. Diseñado en ChemDraw. Fuente propia. ....78	78
Ilustración 24. Resultados pregunta 5. Fuente propia. Elaboración en Forms. ....80	80
Ilustración 25. Grupos colaborativos. Fuente propia .....82	82
Ilustración 26. Gráfica de similitud, actividad II. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq.....84	84
Ilustración 27. La fisiología humana y los métodos anticonceptivos. Fuente propia. ....87	87
Ilustración 28. Dendrograma actividad III. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq. ....88	88
Ilustración 29. Análisis factorial de correspondencia. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq.89	89
Ilustración 30. Nube de palabras, actividad III. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq.....91	91
Ilustración 31. Análisis de similitud de la actividad IV. Fuente propia. Elaborado en Iramuteq .....93	93
Ilustración 32. Cromatograma levonorgestrel 0,75mg en 6ppm, correspondiente al grupo 1. Fuente propia. ....98	98
Ilustración 33. Reporte del quipo para levonorgestrel 0,75mg en 6ppm, correspondiente al grup01. Fuente propia. ....98	98

## 1. Introducción

Desde el cese de la época del oscurantismo, el creciente interés de la sociedad por profundizar en temas relacionados con ciencia ha llevado a campos del saber cómo la química a convertirse en una disciplina de alta importancia ya que “es un referente obligado en el terreno de la explicación de una variedad de fenómenos los cuales permiten la formulación de fundamentos teóricos y aplicaciones involucradas en la vida cotidiana” (de la Rosa, 2011). Sin embargo, diversas investigaciones en el campo educativo han evidenciado que la enseñanza de la química suele desarrollarse de manera descontextualizada de problemas socialmente activos debido a diversos factores como la motivación de los estudiantes, las estrategias y modelos aplicados por los maestros o, los recursos utilizados. De acuerdo con la investigación de Parga (2014):

Existen factores internos y externos que influyen en el proceso de enseñanza; estos generan dificultades en el momento del aprendizaje y actitudes de rechazo frente a este conocimiento; por lo tanto, se plantean posibles alternativas que pueden llegar a mejorar el aprendizaje de la química a través de la reestructuración del currículo, en donde el componente pedagógica y didáctica se centren en las necesidades de los estudiantes con respecto al conocimiento científico propio de la química y en las necesidades de la educación científica. (pág. 78).

El aprendizaje de las ciencias requiere el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico para construir conocimiento; como profesores, es importante proporcionar actividades que involucren un lenguaje científico el cual fomente estas habilidades. En ese sentido, se trae a colación investigaciones como la de López (2012) quién resalta que el objetivo principal de la escuela no es proporcionar a los estudiantes una gran cantidad de conocimientos especializados, sino más bien enseñarles a aprender por sí mismos y fomentar su capacidad para adquirir autonomía intelectual. Para lograr este objetivo, es necesario desarrollar habilidades de pensamiento crítico como la argumentación y otras habilidades cognitivas superiores.

En esta investigación, se llevará a cabo una caracterización inicial del nivel de argumentación de los estudiantes del seminario de Énfasis en Didáctica I de la Universidad Pedagógica Nacional con relación a las hormonas levonorgestrel y etinilestradiol presentes en los métodos anticonceptivos. El objetivo principal es diseñar una propuesta didáctica que



permita alcanzar mejores niveles de argumentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, involucrando a los estudiantes en cuestiones científicas socialmente vivas.

La propuesta didáctica se desarrollará en tres fases y seis actividades, siguiendo la metodología de la 7E. La esencia de dicha secuencia se enmarcará en el enfoque didáctico del Thinking Classroom. Este modelo se centra en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes mediante el uso de estrategias de enseñanza que fomentan la reflexión, el diálogo y la resolución de problemas. Este enfoque busca cambiar la forma en que los estudiantes aprenden, participan y aportan en clase, motivándolos a que sean más activos con su propio aprendizaje mediante el modelado de pensamiento, la enseñanza explícita de habilidades de pensamiento, la discusión en grupo, el uso de preguntas abiertas y el formato de retroalimentación constructiva.

Esta investigación se realizará de manera exploratoria puesto a que, hasta la fecha, no hay registros de antecedentes de la aplicación de dicho enfoque didáctico a procesos de enseñanza de las ciencias naturales.

El componente disciplinar se desarrollará bajo la postura de Talanquer, (2011), enseñando la química de los anticonceptivos hormonales desde una perspectiva macroscópica, mesoscópica, atómico-molecular y simbólica por medio de diferentes actividades.

Se analizará el conocimiento adquirido por los estudiantes posterior a la aplicación de la secuencia didáctica, por medio de la calidad de los argumentos que proporcionen, los cuales serán valorados utilizando una rubrica de evaluación fundamentada en las investigaciones de Toulmin.

## 2. Planteamiento Problema

A lo largo de la historia, se evidencia que la química como ciencia ha tenido diversidad de transformaciones tanto en los métodos y las técnicas, cómo en los modelos, instrumentos y equipos que han permitido a los seres humanos comprender, explicar, aplicar e intervenir en fenómenos que son observables, los cuales, en muchas ocasiones han mejorado las condiciones de vida. Sin embargo, la articulación de esta ciencia y su componente didáctico en la enseñanza, ha mostrado brechas entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento escolar, que, de acuerdo con Orrego, (2019) se debe a que resulta compleja la transcripción de los contenidos científicos al nivel escolar por factores como la carencia de representaciones acordes a los conceptos científicos, también se ven involucradas las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje o las metodologías implementadas por los docentes.

En concordancia con la investigación de Orrego (2019) el desinterés de los estudiantes por la Química responde a la falta de motivación por esta ciencia y a la dificultad de su aprendizaje, además de que los alumnos no la perciben como útil para la vida futura. En general se puede describir que la construcción del conocimiento científico suele verse alejado de la interpretación entre los tres niveles de descripción de la materia (macroscópico, atómico-molecular y simbólico), la ambigüedad del lenguaje respecto a los niveles descriptivos, las limitaciones de los códigos representativos de los diagramas y modelos estructurales, el uso superficial del pensamiento analógico, la dificultad de transferir un concepto a un contexto distinto del que se ha aprendido (Caamaño, 2004), y en esencia a las estrategias implementadas por los docentes para la comprensión de los conceptos junto con la falta de articulación con otras disciplinas convirtiendo lo aprendido en conocimiento intransferible; como por ejemplo, la enseñanza de los contenidos de la química en concordancia con el aprendizaje de la argumentación científica que permita a los estudiantes no solo comprender el campo del saber que abarca la química, sino que también puedan aplicar esos procesos formativos a otros escenarios, incluyendo la vida cotidiana.

Esto se ve reflejado en la precaria educación sexual impartida en las instituciones tanto de educación media como superior respecto al uso correcto de los métodos anticonceptivos hormonales. Esta afirmación se puede fundamentar desde la investigación de España (2012) quién menciona que los estudiantes no aprenden lo suficiente acerca de la educación sexual debido a la información limitada, además de que no se brindan las herramientas necesarias para desarrollar sus propios valores y actitudes con relación a la sexualidad; esto es producto de acciones de los medios de comunicación, los maestros y los padres, quienes la educación sexual

la enfocan principalmente en el aspecto biológico, ignorando aspectos éticos, sociales e incluso científicos, lo que conlleva al desarrollo de problemáticas como el embarazo no deseado, enfermedades de transmisión sexual, prostitución, aborto y abuso sexual, afectando los proyectos de vida de los estudiantes.

La Encuesta Nacional de Demografía y Salud publicada por Ministerio de Salud Colombiano y col., (2015) muestra que cerca del 99,7% de 5000 personas entre hombres y mujeres de todas las zonas del país consideradas entre los 13 y los 49 años conocen al menos uno de los métodos anticonceptivos existentes en la actualidad, de los cuales el 80% alguna vez ha recurrido a utilizar uno de estos. Sorprendentemente solamente el 7,6% de dicha población manifiesta la necesidad de asesorarse respecto al método que mejor le beneficie reduciendo la incertidumbre de los efectos secundarios que esto pueda causar en el organismo.

Visto desde el enfoque disciplinar, los componentes de los métodos anticonceptivos hormonales pueden abordarse en la química desde distintas perspectivas como el tipo de hormona especializada, la carga hormonal respecto a la variedad de sustancias anticonceptivas, la presencia de excipientes, los mecanismos de reacción producidos en el cuerpo y los efectos nocivos que puede conllevar el uso inadecuado de estos.

Considerando entonces la educación química vista desde una perspectiva descontextualizada, unidisciplinaria, compleja y lineal respecto al mecanismo de acción de los métodos anticonceptivos hormonales, surge para esta investigación el siguiente cuestionamiento:

¿Qué niveles argumentativos según Toulmin construyen los estudiantes del seminario Énfasis en Didáctica I de la UPN, sobre el uso, acción y metabolismo de algunos anticonceptivos hormonales luego de aplicar una secuencia didáctica diseñada desde el enfoque didáctico del Thinking Classroom?

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Desarrollar una secuencia didáctica orientada a potenciar los niveles argumentativos de los estudiantes del Énfasis Didáctico I en la Universidad Pedagógica Nacional centrándose en el conocimiento científico adquirido desde lo macro, meso, atómico-molecular y simbólico sobre métodos anticonceptivos hormonales aplicando el enfoque de enseñanza del Thinking Classroom.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- a) Caracterizar las ideas y habilidades argumentativas de los estudiantes con relación a los métodos los métodos hormonales.
- b) Desarrollar la secuencia didáctica que integre los niveles de interpretación de la materia respecto a los anticonceptivos hormonales y el Thinking Classroom bajo la metodología de las 7E.
- c) Evaluar los niveles argumentativos que construyen los estudiantes sobre el mecanismo de acción de las hormonas anticonceptivas con respecto al modelo propuesto por Toulmin.

#### 4. Justificación

Esta investigación se aproxima a una solución centrada en la necesidad de diseñar estrategias didácticas innovadoras que desarrollen en los estudiantes habilidades argumentativas necesarias para el planteamiento y organización de conceptos disciplinares relacionados con el entorno de los estudiantes frente al uso de los métodos anticonceptivos hormonales.

Inicialmente el enfoque del Thinking Classroom transformará la noción del aula tradicional de clases, en dónde el maestro se presentará como el centro atención y fuente principal de información. Con este modelo se busca crear aulas pensantes que implementen el trabajo colaborativo; la interacción entre los estudiantes, el ambiente y los elementos en el aula; mejorar la estructuración de los contenidos como una herramienta para la participación y el aprendizaje diario de la química, especialmente la química relacionada con los métodos anticonceptivos hormonales. El presente trabajo evidenciará cómo las habilidades argumentativas adquiridas o reforzadas pueden conectarse con el contenido disciplinar específico (los métodos anticonceptivos) el cual es visto desde muchas perspectivas de estudio en el campo social, ético, económico o político, pero que a su vez independientemente del campo del saber involucra a los estudiantes en cuestiones de la cotidianidad.

Articulando este enfoque con la metodología de las 7E, se busca diseñar una estrategia didáctica que no solo fomente la participación de los estudiantes, sino que además potencie de forma positiva la concepción que tienen los docentes en formación respecto a la construcción del conocimiento científico característico de la química.

Con relación al componente disciplinar, este estudio tiene como objetivo la generación gradual y colectiva de conocimiento, donde los estudiantes se convertirán en autores de su propio aprendizaje al comprender conceptos químicos y sus implicaciones en la vida cotidiana. Se busca romper con los estándares establecidos por la formación y el enfoque tradicional del aula. Para lograrlo, se implementará en el salón de clases la enseñanza de la química subyacente en los métodos anticonceptivos, abordando el conocimiento desde distintos niveles: lo atómico-molecular, mesoscópico, macroscópico y simbólico.

En un primer momento, se abordará los diferentes tipos de métodos anticonceptivos desde las características macroscópicas que, por cultura general las personas conocen; haciendo referencia a la variedad, eficacia, modo de uso, vía de administración, entre otras. En seguida, se explicará el mecanismo de acción de algunos métodos anticonceptivos en el cuerpo humano femenino desde una perspectiva mesoscópica. Se emplearán recursos didácticos que permitan

a los estudiantes comprender conceptos básicos de la bioquímica como hormonas, estereoisomería, metabolismo, farmacodinamia, acción inhibitoria, mecanismos de acción de fármacos y el ciclo menstrual femenino. Posteriormente, se abordará la acción enzima-sustrato desde una perspectiva atómico-molecular, utilizando modelos moleculares los estudiantes interpretarán el proceso a nivel atómico, iónico y molecular de las hormonas involucradas en la anticoncepción. Esta aproximación atómico-molecular facilitará la comprensión detallada de las interacciones químicas que tienen lugar en el cuerpo humano. Por último, se utilizará la técnica analítica HPLC para abordar el componente simbólico de la enseñanza de los métodos anticonceptivos, visto desde un ejercicio netamente didáctico. Esta técnica permitirá estudiar cualitativamente el principio activo de algunos métodos anticonceptivos y de emergencia, a través de la identificación y análisis de los picos cromatográficos, se establecerán relaciones entre dichos picos y los posibles efectos negativos asociados al consumo inapropiado de estos métodos en términos de concentración de dicho principio activo.

Finalmente, a lo largo de la formación inicial como licenciados en química se aprecia que esta área de conocimiento suele ser generalmente expresada a los estudiantes como resultados científicos y teóricos individuales, ajenos a un contexto como lo son las cuestiones socialmente vivas. Se enseña de una forma limitada de la transcripción del conocimiento disciplinar a tener una transcripción del conocimiento que esté relacionado con otros campos del saber. En consecuencia, esta percepción se acoge a la idea de Pinochet, (2015) postulando que la habilidad de argumentar en el aprendizaje de las ciencias no solo mejora el aprendizaje en sí mismo, sino que también es importante porque los estudiantes se introducen en la cultura de la ciencia. La ciencia implica la construcción, comunicación y evaluación de conocimientos a través de la argumentación crítica y reflexiva. Aunque los contenidos científicos cambian con el tiempo, la forma en que se construyen, se comunica y se evalúan permanece constante. Para que los estudiantes adquieran una alfabetización científica que les permita tener éxito en la sociedad del conocimiento, es esencial que comprendan la importancia de la argumentación en la ciencia.

## 5. Antecedentes

Este trabajo busca desarrollar diferentes niveles de argumentación y pensamiento crítico frente al uso de los métodos anticonceptivos hormonales (levonorgestrel y etinilestradiol) generando así una exploración e inspección de una revisión bibliográfica resaltando dos ítems importantes como los son el componente pedagógico y didáctico con el modelo del Thinking Classroom y el componente disciplinar en cuanto a la química que involucra los métodos anticonceptivos.

### 5.1 Componente pedagógico y didáctico

Autores como Liljedahl (2021) han identificado a través de investigaciones que el ambiente escolar y el aula de clase pueden ser estáticos y poco productivos debido a diversos factores que impiden la evolución de la educación junto con herramientas como la tecnología. En su libro, *Building Thinking Classroom in Mathematics*, Liljedahl (2021) resume que "los estudiantes no quieren pensar y los docentes tampoco estimulan la habilidad de pensar". Este autor enfatiza la importancia de dinamizar las aulas, incluyendo el mobiliario, el papel del docente y la actuación de los estudiantes y los recursos pedagógicos, para que los alumnos no solo realicen actividades que los mantengan ocupados, sino que construyan progresivamente la capacidad de pensar y aplicar habilidades en distintos campos del saber. Por ejemplo, se puede fomentar la habilidad argumentativa en la explicación científica del mecanismo anticonceptivo hormonal, como lo es el interés principal de este trabajo.

El Thinking Classroom propone entonces, un conjunto de 14 estrategias que buscan construir aulas de pensamiento, y aunque este enfoque didáctico ha sido publicado recientemente a la fecha de redacción de este documento, varios autores han realizado investigaciones en torno a elementos que hacen parte de dichas aulas pensantes como por ejemplo el trabajo colaborativo, el aprendizaje basado en problemas o la dinamización del aula de clases; las cuales orientan significativamente el desarrollo de la presente propuesta.

#### 5.1.1 Aprendizaje colaborativo

En la investigación titulada *Aprendizaje colaborativo en un Laboratorio de Química Inorgánica en la Facultad de Química Farmacéutica Biológica de la Universidad Veracruzana* publicada por Pérez, Cerdán, y Mendoza, (2015) se desarrolla una propuesta cuyo objetivo fue "mejorar el sistema de enseñanza en un laboratorio de Química Inorgánica, programando actividades colaborativas en el laboratorio para que todos los estudiantes adquirieran los contenidos propios del programa, y desarrollaran las habilidades y actitudes necesarias para acreditar exitosamente el mismo." (Pérez, Cerdán, y Mendoza, 2015, pág. 2) en la cual, la

población de estudio fue un grupo de estudiantes heterogéneos en términos académicos de primer ingreso a la facultad.

En este documento se destaca el trabajo colaborativo como un conjunto de premisas que conducen el desarrollo de actividades para la construcción colectiva del conocimiento de manera activa por parte de los estudiantes, quienes no solamente buscan ser transformadores de su propio conocimiento por medio de la colaboración sino también desde las relaciones interpersonales afectivas, en dónde el docente es promotor de habilidades o hábitos de cooperación y supervisor de las tareas asignadas.

De acuerdo con Driscoll y Vergara “Para que exista un verdadero aprendizaje colaborativo, no sólo se requiere trabajar juntos, sino cooperar en el logro de una meta que no se puede lograr individualmente” (cómo se citó en Pérez, Cerdán, y Mendoza, 2015, p.5). Cabe destacar que los autores señalan que son cinco los elementos que caracterizan el aprendizaje colaborativo:

- 1) Responsabilidad individual: todos los miembros son responsables de su desempeño individual dentro del grupo.
- 2) Interdependencia positiva: los miembros del grupo deben depender los unos de los otros para lograr la meta común.
- 3) Habilidades de colaboración: las habilidades necesarias para que el grupo funcione en forma efectiva, como el trabajo en equipo, liderazgo y solución de conflictos.
- 4) Interacción promotora: los miembros del grupo interactúan para desarrollar relaciones interpersonales y establecer estrategias efectivas de aprendizaje.
- 5) Proceso de grupo: el grupo reflexiona en forma periódica y evalúa su funcionamiento, efectuando los cambios necesarios para incrementar su efectividad. (pág. 6)

La conclusión de esta investigación revela que la implementación de equipos de trabajo ha facilitado una interacción óptima entre sus miembros, lo que resulta altamente propicio para alcanzar metas inmediatas. En este contexto del Aprendizaje Colaborativo, se ha estimulado la iniciativa individual, ya que los miembros de los equipos han participado activamente en la toma de decisiones, la responsabilidad con las acciones individuales y colectivas en un entorno caracterizado por el respeto hacia las contribuciones de todos los miembros y un compromiso sólido hacia un objetivo compartido, lo que a su vez ha aumentado la motivación de todos los miembros del grupo, contribuyendo así a una mayor productividad colectiva y demostrando mejor rendimiento académico.



Para el docente que ha implementado esta técnica, ha sido un proceso de aprendizaje en sí mismo, ya que, en el enfoque de Aprendizaje Colaborativo, el docente desempeña múltiples roles, actuando como facilitador, entrenador, colega, mentor, guía y coinvestigador. Esto implica la realización de funciones de observación, interactuando con los equipos de trabajo cuando sea apropiado, ofreciendo sugerencias sobre cómo proceder o dónde encontrar información. Además, requiere la planificación de una ruta en el Laboratorio de Química Inorgánica y la asignación de tiempo necesario para supervisar a cada equipo durante las sesiones de trabajo. Asimismo, el docente debe ser un motivador capaz de proporcionar a los estudiantes experiencias concretas como punto de partida para comprender conceptos abstractos, otorgando tiempo suficiente para la reflexión sobre sus procesos de aprendizaje y brindando retroalimentación oportuna y pertinente.

La investigación realizada por Pérez, Cerdán y Mendoza (2015) ofrece ideas clave que pueden enriquecer significativamente el proyecto en desarrollo. En primer lugar, la propuesta de aprendizaje colaborativo presentada en la investigación anterior contribuye una sólida base teórica y práctica para la elaboración de la secuencia didáctica. La aplicación exitosa del trabajo colaborativo en el laboratorio de Química Inorgánica destaca la importancia de la responsabilidad individual, la interdependencia positiva, las habilidades de colaboración, la interacción promotora y el proceso de grupo. Estos elementos pueden ser adaptados y aplicados en la secuencia didáctica del Thinking Classroom para fomentar la construcción colectiva del conocimiento y el desarrollo de habilidades argumentativas.

Asimismo, la conclusión de la investigación muestra que la implementación de equipos de trabajo ha facilitado la interacción óptima entre los estudiantes, promoviendo la iniciativa individual, la toma de decisiones colaborativa y la responsabilidad tanto individual como colectiva. Estos hallazgos pueden informar directamente las estrategias de implementación en el proyecto actual, proporcionando un marco sólido para la participación de los estudiantes y la construcción conjunta de habilidades argumentativas.

### **5.1.2 Aprendizaje basado en problemas**

Haciendo referencia a otro antecedente, en lo que respecta el aprendizaje basado en problemas, se considera la investigación de Villalobos, Ávila y Olivares (2016), quienes conciben el ABP como una metodología para la construcción del conocimiento por métodos inductivos en dónde el rol principal es del estudiante, quién se destaca por ser protagonista del mismo proceso fomentando la autonomía y la responsabilidad. Por parte del docente hay una transformación desde la concepción de transmisor de saberes y se establece un rol de guía u orientador encargado de integrar los conocimientos en diversos campos del saber.

En términos de Vogt, el ABP se convierte en el cimiento para la consecución de metas de aprendizaje y la adquisición de competencias y habilidades aplicables en contextos profesionales. Estas cuestiones se destacan por su singularidad, presentando información parcial o elementos ausentes que requieren que el estudiante los descubra, busque y resuelva. Están definidas de manera incompleta y presentan múltiples caminos para su solución, sin contar con una única respuesta correcta (Villalobos, Ávila, y Olivares, 2016, pág. 5).

En la investigación mencionada, se propuso el objetivo de “determinar si el aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Química, de nivel secundaria, favorece el desarrollo del pensamiento crítico” (Villalobos, Ávila, y Olivares, 2016). Se empleó un enfoque mixto que incorporó un diseño cuasi experimental, aplicado tanto a un grupo experimental como a uno de control. Los recursos utilizados comprendieron la sección de evaluación del pensamiento crítico del Cuestionario de Competencias Genéricas Individuales, además de llevar a cabo una entrevista semiestructurada y centrada en la evaluación del pensamiento crítico.

Los resultados de esta investigación evidencian que los estudiantes experimentaron un cambio sustancial en sus habilidades de pensamiento crítico, especialmente en las áreas de evaluación y autorregulación. Además, los estudiantes expresaron una mejor comprensión de los temas tratados en el contexto del problema, lo que los motivó a investigar por su cuenta y, en consecuencia, a participar más activamente en clase, así como a ser más tolerantes y respetuosos en el trabajo en equipo.

Es importante señalar que se identificaron ciertas problemáticas, como la dificultad de los estudiantes para expresar de manera lógica y coherente sus observaciones y opiniones sobre el problema debido a un limitado dominio del lenguaje científico. Además, varios equipos de trabajo experimentaron conflictos debido a la falta de interés y colaboración por parte de algunos miembros. Por otra parte, hubo limitaciones en el estudio. Se destacan las necesidades especiales de algunos estudiantes, como hiperactividad o déficit de atención, así como rezago académico y asistencia irregular. Estas necesidades deben considerarse para fomentar un entorno inclusivo, pero también pueden representar desafíos no previstos y avances limitados. La falta de recursos adecuados, como laboratorios y bibliotecas, y el elevado número de estudiantes en cada grupo, dificultaron la interacción entre profesores y alumnos y la obtención de mejores resultados.

El enfoque del ABP, el cual otorga un papel protagónico al estudiante en el proceso de construcción del conocimiento, se relaciona de manera directa con las propuestas del Thinking Classroom, donde se busca activar y desarrollar las habilidades cognitivas de los estudiantes.

La autonomía y responsabilidad promovidas por el ABP pueden ser integradas en la secuencia didáctica, fomentando un ambiente donde los estudiantes se convierten en protagonistas activos de su aprendizaje. Por otra parte, la transformación del rol del docente, de transmisor de conocimientos a guía u orientador, es una característica infaltable en el enfoque del Thinking Classroom. Aquí, se espera que el docente actúe como un facilitador que estimula la reflexión y la interacción, proporcionando un paralelo interesante con el cambio de roles propuesto por el ABP.

La noción de que el ABP sirve como cimiento para la consecución de metas de aprendizaje y la adquisición de competencias y habilidades aplicables en contextos profesionales se alinea con los objetivos del presente proyecto, ya que busca ir más allá de la mera adquisición de conocimientos, promoviendo habilidades de pensamiento crítico y aplicación práctica.

## **5.2 Componente disciplinar**

Investigaciones como las de Ríos, Jaramillo, Gómez, y Mesa (2005) concluyen que, en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de la química, ya sea orgánica, inorgánica o analítica, se han identificado históricamente dificultades de naturaleza pedagógica y didáctica dentro del sistema educativo. La falta de aplicación de metodologías adecuadas para permitir a los estudiantes construir imágenes mentales claras, sistemáticas y seguras para comprender y asimilar conceptos fundamentales ha sido una de las principales causas de este problema. Por consiguiente, abordar esta situación requiere tanto un despliegue de racionalidad y experiencia en la temática a nivel teórico, como habilidades prácticas en el campo experimental.

El presente trabajo de investigación promueve el interés hacía la química analítica, debido a que los autores Nicole y Dickson (2019) plantean que los estudiantes tienen dificultades para comprender y memorizar de una mejor manera la teoría, el diseño de las prácticas de laboratorio y los diferentes modos de operación de los equipos de análisis.

El tema abordado por Nicole y Dickson (2019) en cuanto a la enseñanza entre pares para la enseñanza de la química analítica implementan diferentes instrumentos los cuales apoyan y mejoran la capacidad de los estudiantes sobre los conocimientos, en la que los alumnos les enseñan a sus compañeros del mismo curso, para así mejorar y lograr un mayor aprendizaje de los conceptos instrumentales claves para el uso de los equipos.

La investigación de Nicole y Dickson (2019) destaca la problemática de comprensión en química analítica y propone la enseñanza entre pares como solución. Esta estrategia, centrada en que los estudiantes enseñen a sus compañeros, fortalece la comprensión de

conceptos instrumentales. Este enfoque se alinea con el Thinking Classroom, fomentando la participación y la construcción colectiva de conocimientos. La propuesta de enseñanza entre pares de Nicole y Dickson se presenta como una valiosa adición al proyecto, mejorando la capacidad de los estudiantes en el manejo de equipos analíticos y fortaleciendo su comprensión teórica.

Como antecedente más centralizado para este trabajo de grado, en cuanto a la determinación de levonorgestrel y etinilestradiol utilizando la técnica analítica de cromatografía líquida de alta resolución, se encuentra Mohamad (2001) quién realizó un estudio sobre los métodos hormonales cuyo objetivo “validar un método analítico cuantitativo para la determinación de hormonas etinilestradiol (ETE), levonorgestrel (LEVO), utilizando cromatografía de alta resolución (HPLC)”. El trabajo de Mohamad, (2001) sirve como referencia para hacer la comparación en cuanto a los tiempos de retención y longitud de onda al momento de obtener los espectros de cada hormona en específico y como realiza la cuantificación de una manera precisa y confiable para los niveles de levonorgestrel y etinilestradiol en los métodos anticonceptivos hormonales sin contar con un estándar de referencia.

En la publicación de Ordoñez (2019) que están relacionadas con los posibles efectos de los métodos anticonceptivos, incita al cuestionamiento de cómo están relacionado estos temas con la educación en Colombia y el estudio de los posibles efectos de las hormonas en cuanto a los diferentes procesos de aprendizaje de las licenciadas en química en la Universidad Pedagógica Nacional.

Los diferentes métodos hormonales según el Ministerio Nacional de Salud de Argentina (2014) se pueden clasificar de acuerdo a su composición hormonal, es decir, anticonceptivo hormonal combinado o de emergencia; según la vía de administración teniendo en cuenta si su presentación es oral, inyectable o mensual y por último su mecanismo de acción en el cuerpo, para ello Ballesteros (2022) en su trabajo evalúa los diferentes efectos que contienen los tratamientos de los anticonceptivos para las mujeres, identificando los riesgos a los cuales están expuestas por el uso de los métodos anticonceptivos.

Los métodos anticonceptivos hormonales tienen una incidencia en los procesos de aprendizaje viéndose reflejados como lo es el estrés, estabilidad emocional, depresión, ansiedad, problemas de memorización y problemas de concentración, mostrándonos diferentes puntos de vista y percepciones tanto en lo personal, como en lo académico y familiar, por ello se implementara diferentes instrumentos los cuales logren evidenciar las diferentes formas de como los estudiantes perciben esta temática tanto mujeres como hombres, a través de una serie

de actividad orientadas apropósito para promover una mayor participación en cuanto a los procesos de enseñanza-aprendizaje y especialmente centrado en el uso y en la reorganización de sus ideas previas de los métodos anticonceptivos por medio de una serie de sucesos como movilizar, cuestionar y reorganizar.

## **6. Marco teórico**

A continuación, se presentará una revisión bibliográfica necesaria tanto para comprender el contexto abarcado en la investigación como el fundamento teórico con el que se diseñó y se implementó la secuencia didáctica.

### **6.1 Componente Educativo Sexual**

#### **6.1.1 Historia**

El interés de hablar respecto a la salud sexual y reproductiva se sitúa alrededor del año 1974, cuando según la Organización Mundial de la Salud, (2018) en Ginebra, un grupo expertos en sexualidad humana elaboró un informe técnico en el cual se conceptualizaba la salud sexual, entendiéndose esta de manera que: “La integración de los elementos somáticos, emocionales, intelectuales y sociales del ser sexual por medios que sean positivamente enriquecedores y que potencien la personalidad, la comunicación y el amor.” (Organización Mundial de la Salud, 1975).

Posterior a la publicación mencionada en el párrafo anterior, se desarrollaron otros conceptos como la salud reproductiva, entendiéndola como la capacidad de disfrutar la vida sexual con la libertad de decir si concebir, cuándo y en qué momento. Este hito en concordancia con el desarrollo de los primeros conceptos dio paso a un avance considerable en una amplia gama de definiciones respecto a la sexualidad, de la mano con afecciones de salud sexuales y reproductivas, estadísticas de embarazos no deseados, afecciones maternas, la violencia de género, enfermedades e infecciones de transmisión sexual y la importancia de incorporar una atención sexual y reproductiva eficiente por parte de profesionales hacía la ciudadanía.

En el año 2001 se buscó contextualizar factores multisectoriales los cuales influyen en lo que ya era considerado la salud sexual, involucrando de esta manera la legislación, la sociedad, la cultura, la economía y la educación.

En el contexto colombiano, de acuerdo con los Derechos Básicos de Aprendizaje establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, (2016) se establece la importancia de formar a los estudiantes en el reconocimiento y funcionamiento del cuerpo humano desde una perspectiva bioquímica a partir del grado octavo. Mencionando por ejemplo, una de las evidencias de aprendizaje: “El estudiante relaciona el papel biológico de las hormonas y las neuronas en la regulación y coordinación del funcionamiento de los sistemas del organismo y el mantenimiento de la homeostasis, dando ejemplos para funciones como la reproducción sexual, la digestión de los alimentos y la regulación de la presión sanguínea” (pág. 28).

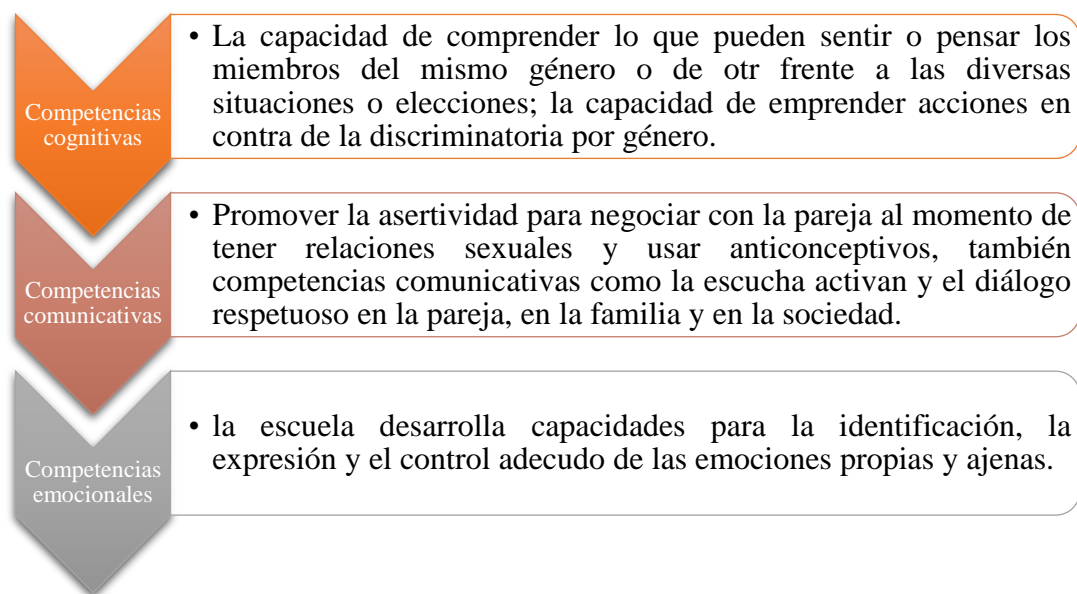
Por otra parte, los Estándares de Competencias en Ciencias Naturales publicados por Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2004), establece en el mismo ciclo de aprendizaje (octavo y noveno) que los estudiantes adquieren habilidades en el manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales en un contexto de ciencia, tecnología y sociedad en dónde “comprenden, identifican y explican medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual” (pág. 21). Según lo establecido en el mismo documento, en el último ciclo de aprendizaje, se aspira que los estudiantes desarrollen la competencia de “argumentar la importancia de las medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual en el mantenimiento de la salud individual y colectiva” (pág. 23).

### **6.1.2 Contexto educativo**

“Los métodos anticonceptivos hacen parte de una explicación amplia abarcada desde la perspectiva de la sexualidad; este gran panorama no solo es relevante para campos científicos, sino que también involucra escenarios sociales, económicos y político. Es por esto por lo que se cita en esta investigación el Programa Nacional de Educación para la Sexualidad y Construcción de ciudadanía” (PESCC) publicado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2008):

**¿Para qué las competencias ciudadanas y científicas en la Educación para la Sexualidad?**

La escuela es el lugar más apropiado para hacer visibles las diferencias entre las personas, de manera que se permita aprender a reconocerlas, valorarlas y relacionarse con ellas e incluirlas. Por eso, la educación para la sexualidad supone la generación de espacios para el desarrollo de competencias y conocimientos, mediante las cuales los sujetos aprendan y velen por el cumplimiento de sus derechos sexuales y reproductivos y los de todos los miembros de la comunidad. La educación para la sexualidad comprende el desarrollo de algunas competencias las cuales se explican en la siguiente ilustración:



*Ilustración 1. Competencias ciudadanas y científicas en la educación para la sexualidad. Fuente propia. Información adaptada de: Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2008).*

Educar sobre sexualidad implica ir más allá de la mera transmisión de información acerca de la reproducción y la sexualidad. Se requiere ofrecer un conjunto de herramientas conceptuales, actitudinales, comunicativas y valorativas que capaciten a los adolescentes para tomar decisiones coherentes con sus deseos, aspiraciones y expectativas en relación con su propia sexualidad. El objetivo es brindar una educación sexual que no solo enseñe los métodos para evitar un embarazo, sino que también promueva una comprensión integral de la sexualidad y su impacto en la vida de las personas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2008).

Educar sobre sexualidad implica ir más allá de la mera transmisión de información acerca de la reproducción y la sexualidad. Se requiere ofrecer un conjunto de herramientas conceptuales, actitudinales, comunicativas y valorativas que capaciten a los adolescentes para tomar decisiones coherentes con sus deseos, aspiraciones y expectativas en relación con su propia sexualidad. El objetivo es brindar una educación sexual que no solo enseñe los métodos para evitar un embarazo, sino que también promueva una comprensión integral de la sexualidad y su impacto en la vida de las personas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2008).

### **6.1.3 Métodos anticonceptivos**

De manera como lo expresa UNICEF (citado por Baltodano y Rivera, 2017), los métodos anticonceptivos son designados bajo este nombre, a todos aquellos mecanismos utilizados por el hombre y mujer o la pareja a fin de que les permita decidir por sí mismas tener o no, el número de hijos que desean.

Según Díaz y Schiappacasse (2017), los métodos anticonceptivos que previenen un embarazo pueden ser hormonales los cuales son métodos combinados que contienen estrógeno



y progestágeno, su presentación se encuentra en píldora, inyecciones, anillo vaginal o parche transdérmico, por otra parte, los métodos que solamente contienen y que se pueden administrar como píldoras, inyecciones, implantes, anillo vaginal o dispositivo intrauterino. Por otra parte, también se encuentran los métodos no hormonales como los dispositivos intrauterinos, los anticonceptivos de barrera, el método de la amenorrea de lactancia y los métodos de abstinencia periódica (moco cervical).

Tabla 1. Métodos anticonceptivos hormonales y no hormonales

Métodos	Hormonales /No hormonales.
Pastillas (diarias, menstruales o trimestral)	Hormonal
Inyectable (mensual o trimestral)	
Anillo Vaginal	
Parches transdérmicos	
Implantes subdérmicos	
Píldora del día después	
Dispositivo intrauterino (DIU Levonorgestrel)	
Dispositivo intrauterino (DIU Cobre)	No hormonal
Condón masculino/ femenino	
Diafragma	
Espermicidas	
Calendario	
Esterilización masculina/ femenina	

Información adaptada de Díaz y Schiappacasse (2017).

#### 6.1.4 Métodos anticonceptivos hormonales

Los métodos anticonceptivos hormonales son sustancias químicas expeditas al público a modo de farmacéuticos lo cuales impiden la concepción mediante la alteración del mecanismo de acción sobre el eje del hipotálamo – hipófisis – gonadal, inhibiendo el ascenso de los espermatozoides hacia el óvulo (Ministerio Nacional de Salud de Argentina, 2014). De acuerdo con su composición, los anticonceptivos pueden clasificarse como anticonceptivos hormonales combinados (hormonas derivadas del estrógeno y progesterona) y los anticonceptivos hormonales que solo contienen derivados de progesterona. A continuación, se presenta una tabla la cual describe la información característica de cada uno de estos.

Tabla 2. Clasificación de los anticonceptivos hormonales

Composición hormonal	Tipo	Vía de administración	Principal mecanismo anticonceptivo
Estrógeno + progestágeno	Anticonceptivos hormonales combinados	Orales Inyectables mensuales Anillos vaginales Parches dérmicos	Anovulación
Solo progestágeno	Anticonceptivos hormonales solo progestágeno	Orales (levonogestrel)	Alteración del moco cervical
		Orales (desogestrel) Inyectable trimestral Implantes subdérmicos	Anovulación
	Anticoncepción hormonal de emergencia	Oral	Anovulación

Adaptado de: Min. de Salud, Argentina, 2014.

## 6.2 Componente disciplinar

### 6.2.1 Mecanismo de acción de los anticonceptivos hormonales

Todos los tipos de métodos anticonceptivos hormonales impiden el embarazo a través de mecanismos de acción es la inhibición total o parcial del proceso de ovulación. “Las hormonas presentes en estos métodos anticonceptivos actúan en el cerebro, disminuyendo la producción de las hormonas necesarias para el desarrollo de los folículos y la ovulación” (Secretaría de Salud, 2002). En concreto, los anticonceptivos combinados orales e inyectables, así como los inyectables que contienen solo progestina, inhiben sistemáticamente el proceso de ovulación y las características del moco cervical en conjunto con el endometrio.

Para comprender la acción de los anticonceptivos a nivel general en el organismo femenino es importante reconocer inicialmente el ciclo menstrual; ya que es ahí donde

intervienen estas sustancias, particularmente en la producción de hormonas. Desde este punto de vista se trae a colación el proceso descrito por Bottini, (2019) e ilustrado en la figura 1:

La secreción de hormonas ováricas, estrógenos y progesterona no se produce en forma aislada, sino que responde a un mecanismo complejo en el que intervienen el hipotálamo y la hipófisis.

La producción de hormonas, por parte del hipotálamo de la mujer, es pulsátil, lo que significa que no es continua. Esta secreción pulsátil hipotalámica de GnRH (hormona liberadora de gonadotrofinas) estimula a la hipófisis anterior para que produzca FSH (hormona folículo estimulante) y LH (hormona luteinizante).

La FSH estimula el crecimiento de folículos ováricos (con la maduración de varios folículos por ciclo menstrual). Estos folículos producen estrógenos en forma creciente que estimulan positivamente a la hipófisis para producir LH en forma de pico (alta proporción en corto tiempo). El pico de LH genera la ruptura folicular del folículo dominante, y produce la ovulación y la luteinización del folículo que se convierte en cuerpo lúteo, secretor de progesterona. Por otra parte, los niveles de estrógenos y progesterona inhiben la secreción de FSH y LH, por un mecanismo de retroalimentación negativa.

Tanto los estrógenos como la progesterona actúan sobre otros órganos, sensibles a su acción. Existe una acción diferenciada de estrógenos y de progesterona sobre las células de las criptas del cuello uterino (producción de moco cervical estrogénico o progestacional); sobre el endometrio, sobre las trompas de Falopio. (pág. 29).

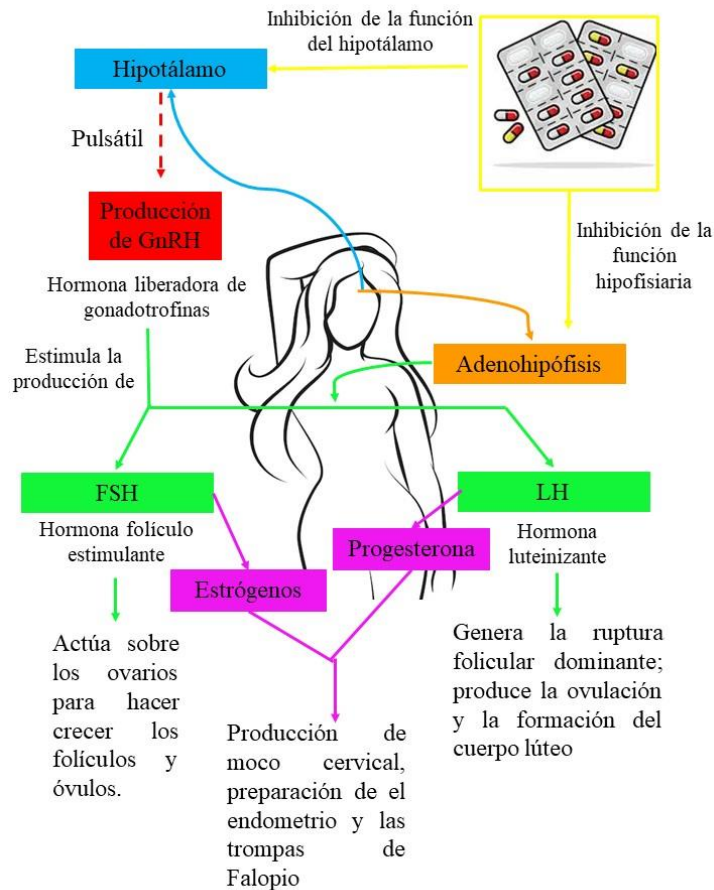


Ilustración 2. Mecanismo del ciclo sexual femenino y acción de los anticonceptivos hormonales. Adaptado de: Silueta de figura femenina (Newshop11, s.f.).

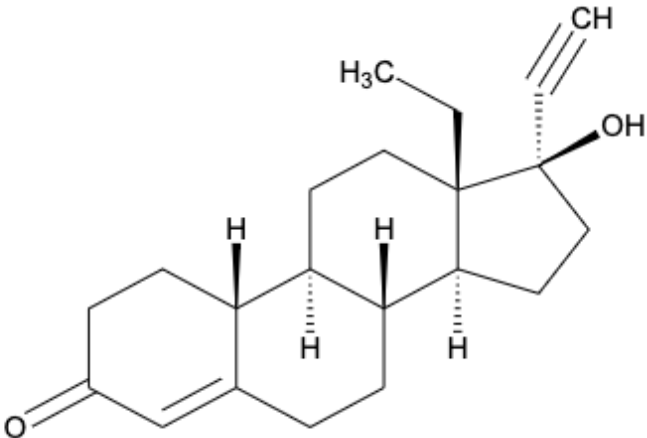
Teniendo en cuenta el ciclo menstrual de la mujer, se clasifica en la tabla 3 el mecanismo de acción y los efectos de los métodos anticonceptivos hormonales en dicho conjunto de sistemas. Resulta relevante previo a la descripción de la información, reconocer que lo que allí se plasma es fruto de una revisión bibliográfica de las investigaciones de Bottini (2019) y Saraví (2007).

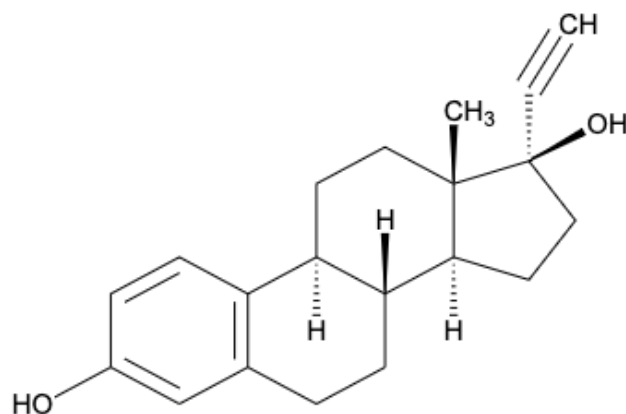
Tabla 3. Efectos producidos por el consumo de anticonceptivos sobre los diferentes sistemas del ciclo sexual femenino. Información adaptada de Saravi (2007) y Bottini (2019).	
Componente del sistema	Efectos producidos por el consumo de anticonceptivos
Proceso de ovulación	Los anticonceptivos hormonales suelen ocasionar un bloqueo en la cadena de hormonas que se produce en el eje hipotálamo – hipofisiario – ovárico; se reduce significativamente la frecuencia de los pulsos lo que provoca un descenso relevante en la producción de GnRH, por lo tanto, de LS y FSH. Las consecuencias de esto determinan una reducción en el

	<p>crecimiento de los folículos ováricos por lo que se da un alto porcentaje de fracaso en la liberación de los óvulos y las hormonas post – ovulatorias; esto se relaciona con la falta de preparación del endometrio para producir de forma exitosa el embarazo. Adicionalmente, hay una reducción notoria de los receptores para las gonadotrofinas, con la consiguiente disminución de la sensibilidad a su acción.</p>
Moco cervical	<p>La administración de estas sustancias altera la estructura del cérvix uterino, se hace evidente una disminución de las dimensiones de las glándulas cervicales.</p> <p>Por otra parte, hay diversas variaciones en las propiedades físicas del moco cervical; se transforma en una sustancia extremadamente densa, viscosa, y opaca, a su vez aumentando el nivel de pH. Estas características impiden un correcto desarrollo motor de los espermatozoides en su meta de fecundar el óvulo. Adicionalmente, la inhibición prolongada del cuello uterino conduce a la atrofia permanente de la mucosa cervical.</p>
Trompas de Falopio	<p>La pastilla anticonceptiva con progestágeno cambia la manera en que se mueven las trompas, haciendo difícil que los espermatozoides puedan llegar al óvulo. A nivel celular, las células ciliadas y su movimiento también se ven afectados. Esto causa problemas en los espermatozoides, ya que no pueden moverse correctamente y tienen dificultades para alimentarse. Si por casualidad ocurre la fecundación, el transporte del embrión hacia el útero se puede ver afectado. Esto puede llevar a un embarazo ectópico o hacer que el embrión no se implante en el útero en el momento adecuado, lo que resultaría en la incapacidad para el desarrollo del feto.</p>
Endometrio	<p>El efecto endometrial anti-implantatorio está más presente en las píldoras anticonceptivas que contienen una menor dosis de estrógenos o solo progestágenos, lo cual se debe a que hay una reducción en el número de receptores en el endometrio. Este cambio provoca que el endometrio altere de forma alterante su estructura y sea menos receptivo e incluso hostil para que un óvulo fecundado se anide en él. Este mecanismo se activa cuando falla la supresión de la ovulación y la barrera del moco</p>

	gestacional. Cabe mencionar que, en las usuarias de anticonceptivos hormonales, se presenta otro mecanismo endometrial mediado por las integrinas que se altera, lo que podría ser la razón detrás de la mayor incidencia de embarazos ectópicos en estas mujeres.
--	--

### 6.2.2 Levonorgestrel, Etinilestradiol y Acetato de medroxiprogesterona

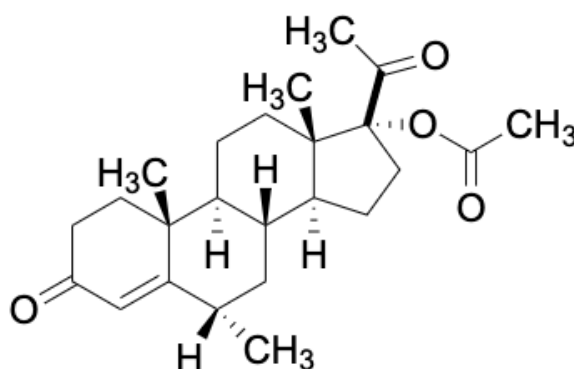
Tabla 4. Descripción general de la hormonal Levonorgestrel y Etinilestradiol	
Hormona	Descripción general
Levonorgestrel	 <p><i>Ilustración 3. Estructura química de Levonorgestrel. Diseñado en ChemDraw. Fuente</i></p> <p>Es una hormona sintética con acciones similares a las de la progesterona, es un agente anticonceptivo femenino, se administra de forma oral, su fórmula química <math>C_{21}H_{28}O_2</math>, tiene una masa molecular promedio de 312,446 g/mol, ((T3DB), <i>The Toxin and Toxin Target Database, 2014</i>). Es un polvo blanco o casi blanco, inodoro, soluble en cloroformo, poco soluble en alcohol; prácticamente insoluble en agua, su punto de fusión esta entre 232 y 239° C, su rotación óptica específica se encuentra entre -30° y -35°. (<i>Farmacopeda, 2013</i>).</p>
Etinilestradiol	



*Ilustración 4. Estructura química de Etinilestradiol. Diseñado en ChemDraw. Fuente*

Estradiol alquilado semisintético con una sustitución 17-alfa-etinilo. Tiene una alta potencia estrogénica cuando se administra por vía oral y se utiliza como componente en los anticonceptivos orales, su fórmula química  $C_{20}H_{24}O_2$ , tiene una masa molecular promedio de 296,403 g/mol. ((T3DB) The Toxin and Toxin Target Database, 2014) Es un polvo cristalino blanco, inodoro, soluble en aceites vegetales, alcohol, cloroformo, éter y en soluciones de hidróxidos alcalinos; insoluble en agua, su punto de fusión esta entre 180 y 186°C, su rotación óptica se encuentre entre -28,0 y -29,5 °. (Farmacopeda, 2013).

Acetato de  
medroxiprogesterona



*Ilustración 5. Estructura química del Acetato de Medroxiprogesterona. Diseñado en ChemDraw. Fuente propia.*

	<p>El acetato de medroxiprogesterona es un éster de acetato resultante de la condensación formal del grupo 17alfa-hidroxi de la medroxiprogesterona con el grupo carboxilo del ácido acético. Una progestina ampliamente utilizada en la terapia hormonal de la menopausia y en los métodos anticonceptivos que solo contienen progestágeno, su fórmula química <math>C_{24}H_{34}O_4</math>, su masa molecular promedio es 386,5 g/mol (PubChem, 2005). Es Polvo cristalino blanco casi blanco. Estable al aire. Fácilmente soluble en cloroformo; soluble en acetona y dioxano; moderadamente soluble en etanol y metanol; poco soluble en éter; insoluble en agua, su punto de fusión esta entre 205 y 209°, (Farmacopeda, 2013).</p>
--	--

### **6.2.3 Acción biológica de la hormona *Levonorgestrel* o *etinilestradiol* procedente de anticonceptivos orales diarios**

De acuerdo con las ideas de Lete, et. al, (2014) la utilización de hormonas como sistema anticonceptivo, se fundamenta en el hecho, de poder interferir las comunicaciones normales, que sincronizan un mecanismo tan complejo, como es la ovulación, el funcionalismo tubárico, la preparación del endometrio y las modificaciones producidas en el moco cervical.

Cuando se ingiere este compuesto, el cuerpo lo absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal. Luego, experimenta cambios en la mucosa del intestino delgado y en el hígado. Como resultado, después del primer paso de absorción, solo entre el 38% y el 48% del compuesto original permanece disponible para su uso en el cuerpo (Beltrán, 2009).

Este proceso guarda similitud con el que ocurre con los estrógenos naturales, ya que el compuesto se une a ciertos grupos conocidos como sulfatos en el intestino delgado.

En términos de Beltrán, (2009), “la transformación del compuesto en formas inactivas en el hígado es un proceso lento y comienza en el anillo A del compuesto. Esto se lleva a cabo gracias a una enzima llamada P450NF, nombrada de esta manera debido a su capacidad para modificar la nifedipina. Concretamente, actúa sobre el carbono 2 del compuesto, generando una forma 2-hidroxilada. Aunque esta forma aún conserva cierta actividad, el cuerpo la elimina más rápidamente que la forma original del compuesto”. (pág. 34).

Tal como lo redacta este autor, después de la hidroxilación, ya sea con o sin conjugación, el compuesto se traslada a la vesícula biliar y luego se secreta junto con la bilis hacia el intestino delgado. A partir de este punto, puede tener dos destinos: ser eliminado en



las heces o, alternativamente, la parte del compuesto que está conjugada y no ha sido hidroxilada puede ser transformada nuevamente en esteroides libres. Esto ocurre a través de un proceso llamado hidrólisis, que implica la ruptura de los grupos sulfato y glucurónico, y es llevado a cabo por las bacterias intestinales. Los esteroides libres resultantes son luego absorbidos nuevamente en el intestino.

Este ciclo de absorción y eliminación del etinilestradiol se denomina circulación enterohepática, lo que significa que el compuesto pasa repetidamente por el hígado y el intestino delgado. Esta circulación enterohepática asegura que las concentraciones del compuesto en la sangre se mantengan a niveles adecuados durante más de 24 horas, lo que permite su administración con una sola toma al día.

El levonorgestrel, tiene efectos similares a las progestinas en el cuerpo. Al ser transportado por la sangre hacia el sistema nervioso central, actúa bloqueando la comunicación entre el hipotálamo y la glándula pituitaria, lo que detiene la liberación de ciertas hormonas llamadas gonadotropinas. Esto evita la ovulación, ya que los mensajes necesarios para este proceso no se envían. En algunos ciclos, esto significa que ningún óvulo madura lo suficiente para ser liberado, lo que previene la liberación del óvulo o su fertilización.

Además, la progestina también afecta el cuello uterino, haciendo que el moco cervical permanezca espeso en todo momento. Esto dificulta que los espermatozoides puedan moverse a través del cuello uterino para llegar al útero. Este efecto en el moco cervical parece ser rápido, aunque no dura mucho tiempo.

La progestina también tiene un efecto en las trompas de Falopio. Retarda el movimiento del óvulo a lo largo de las trompas de Falopio desde el ovario hasta el útero. Esto se debe a que reduce el número de cilios, que son como pequeños filamentos que recubren las trompas y ayudan a mover el óvulo. Además, debilita la fuerza muscular de las trompas, lo que hace que las contracciones sean menos efectivas, tal como lo menciona Bottini, (2019) en su publicación.

#### ***6.2.4 Acción biológica de la hormona acetato de medroxiprogesterona procedente de anticonceptivos inyectables***

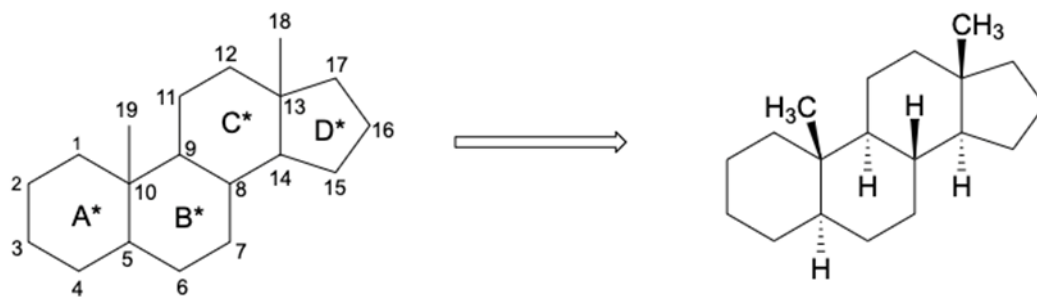
Haciendo referencia a la investigación de Chavez, (2012) el acetato de medroxiprogesterona es un agente de síntesis que comparte las acciones farmacológicas de las progestinas. Farmacológicamente, apaga el hipotálamo y la glándula pituitaria, inhibiendo la secreción de gonadotropinas hipofisarias, lo que impide la ovulación en algunos ciclos. Su mecanismo de acción trabaja principalmente inhibiendo la ovulación, pero no lo hace en todas las mujeres, ya que la suspensión de la ovulación está vinculada a la cantidad de progestina presente en el cuerpo de la mujer.

La administración intramuscular del acetato de medroxiprogesterona permite su absorción por los capilares sanguíneos y, en raras ocasiones, por los capilares linfáticos, a través de un proceso de difusión y filtración. La velocidad de absorción a través de los capilares se ajusta a un modelo farmacocinético de primer orden (Castellanos y Romero , 2017).

El acetato de medroxiprogesterona tiene varios efectos en el sistema reproductor femenino: Transforma la fase proliferativa del endometrio en fase secretoria, haciendo que el endometrio sea menos hospitalario para el óvulo fecundado. Actúa en el cuello uterino, manteniendo el moco cervical espeso en todo momento, lo que dificulta la penetración de los espermatozoides. Retarda el movimiento del óvulo a lo largo de las trompas de Falopio desde el ovario hasta el útero, reduciendo el número de cilios y debilitando la fuerza muscular de las trompas.

### **6.2.5 Interacción estereoquímica y la actividad enzima - ligando en la acción biológica de algunas hormonas anticonceptivas**

De acuerdo con Wade (2017) los esteroides abarcan una amplia variedad de los compuestos incluyendo las hormonas, los emulsionantes y los componentes de las membranas, los esteroides son compuestos cuyas estructuras se basan en un sistema de anillo de androstano tetracíclico, los cuatro anillos se designan como A, B, C, D, empezando con el anillo en la izquierda inferior, y los átomos de carbono se numeran comenzando con el anillo A y terminando con los grupos metilo en posición axial.



*Ilustración 6. Anillo de androstano tetracíclico, con su respectiva numeración. Diseñado en ChemDraw. Fuente propia.*

Como señala Stryer (2006) las hormonas esteroides se derivan del colesterol, es el precursor de las cinco clases principales de hormonas esteroides: progestágenos, glucocorticoides, mineralcorticoides, andrógenos y estrógenos. La progesterona es un progestágeno, el cual prepara los revestimientos de los úteros para la implantación del óvulo.

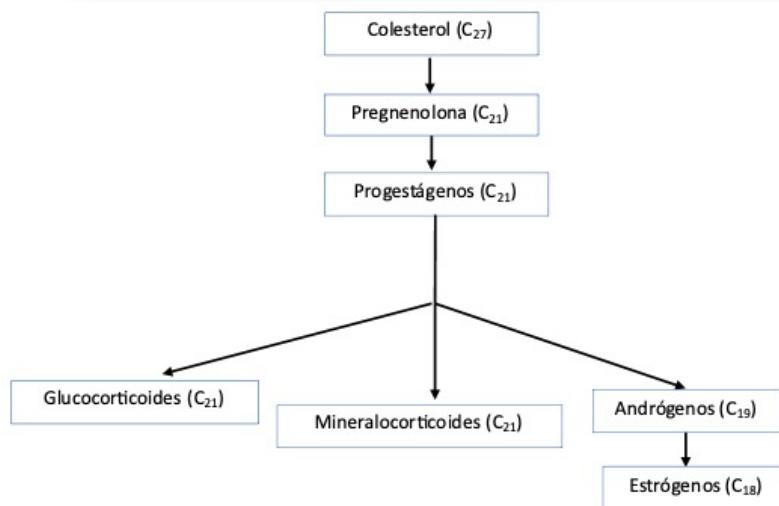
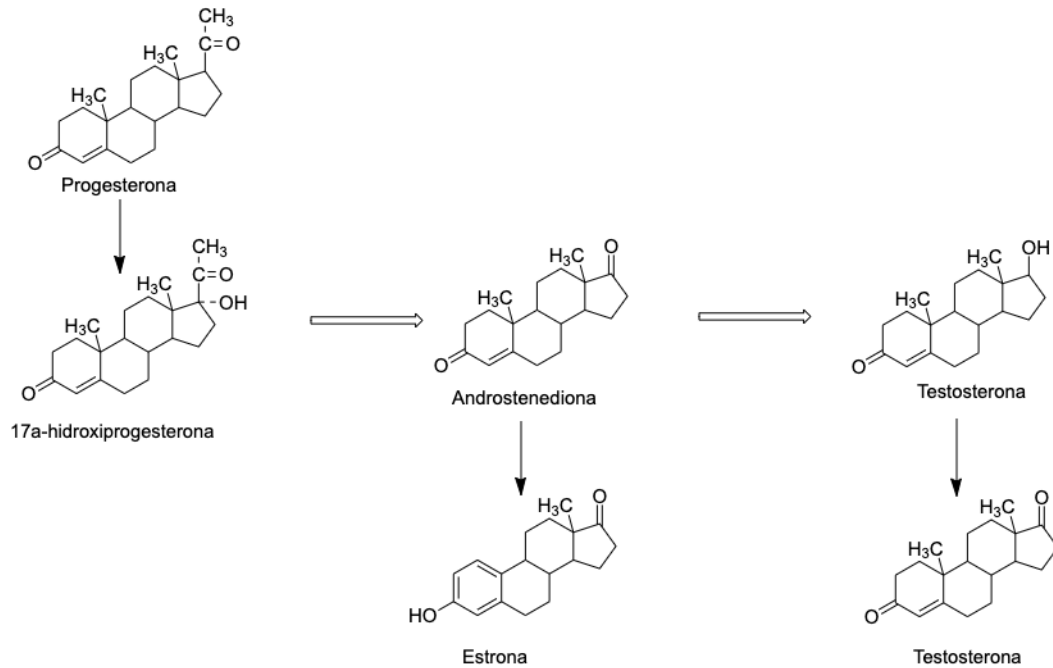


Ilustración 5. Relaciones biosintéticas de hormonas esteroides. *BIOQUÍMICA-L.Stryer.Fuente propia*

En la ilustración 6 se presenta la síntesis de los andrógenos inicia con la hidroxilación de la progesterona en el C-17. La cadena lateral, compuesta del C-20 y C-21, hay una ruptura para liberar la androstenediona, que es un andrógeno. La testosterona, otro andrógeno, se forma a partir de la reducción del grupo 17-ceto de la androstenediona. Los andrógenos contienen 19 átomos de carbono. Los estrógenos son sintetizados a partir de los andrógenos por medio de la pérdida del grupo metilo-angular del C-19, y la formación de un anillo A aromático. Este tipo de reacciones requieren NADPH (Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato) su principal función es proporcionar electrones y actuar como un cofactor en reacciones que involucran la transferencia de electrones y la reducción de otras moléculas. La estrona, es un estrógeno, esta

Ilustración 6. Síntesis de andrógenos y estrógenos. *Bioquímica-Stryer. Fuente propia.*

es derivada de la androstenediona, mientras que el estradiol, otro estrógeno, es formado a partir de la testosterona.

#### **6.2.6 La enzima CYP3A4**

Los citocromos P450 (CYP) son un conjunto numeroso de enzimas con presencia de complejos con hierro, por lo que se clasifican como hemo, las cuales se encuentran en muchos de los seres vivos de todos los reinos. Como lo afirman Wright, Chenge, y Chen, (2019), estas enzimas son las responsables de catalizar múltiples reacciones y tienen una especificidad del sustrato bastante amplia; su campo de trabajo de la actividad enzima – ligando comprende un grupo de 11 aminoácidos, los cuales Sevrioukova & Poulos, (2013) citan en su investigación “Phe108, Ser119, Ile120, Leu211, Asp214, Ile301, Phe304, Ala305, Thr309, Ala370 y Leu373” (pág. 3117). Debido a su capacidad para interactuar con compuestos estructuralmente diversos, las enzimas CYP3A tienen una alta capacidad de modulación para cambiar las respuestas a los fármacos. Se reconoce en numerosas investigaciones, que este tipo de enzimas son las responsables del metabolismo por mecanismos de oxidación de al menos el 50% de fármacos los cuales son suministrados a seres humanos. Entre tantos, los esteroides naturales o sintéticos, cómo las hormonas anticonceptivas.

La isoforma 3A4 (CYP3A4) es la más abundante y se expresa principalmente en el hígado y el tracto gastrointestinal. CYP3A4 es altamente versátil en especificidad de sustrato, puede metabolizar compuestos de diversos tamaños y estructuras químicas (Sevrioukova y Poulos, 2013). La unión cooperativa de una diversidad sustratos cambia no sólo los perfiles cinéticos sino también la selectividad de las reacciones catalíticas. Esto quiere decir que las actividades entre los sustratos, los cuales pueden ser del mismo tipo o de diferente, se superponen unos con otros en una actividad enzimática simultánea, en dónde se denomina cooperatividad homotrópica cuando se trata de un mismo tipo de sustrato, y en caso contrario, se conoce como cooperatividad heterotrópica (Li y et, al, 2021). Dicha actividad enzimática que se produce al mismo tiempo, se traduce a la disminución de la calidad de vida del paciente y a menudo requieren una reducción en la dosis de un fármaco, disminuyendo así el efecto primario que se desea alcanzar.

Cabe resaltar que CYP3A4 es el principal responsable de la disminución sustancial en la biodisponibilidad oral de los compuestos que metaboliza, ya que en términos de Wright, Chenge, & Chen, (2019), la inactivación de productos farmacéuticos mediada por CYP3A4 es claramente un problema con respecto a la eficacia de los medicamentos; sin embargo, algunas consecuencias del metabolismo de esta enzima son más graves y plantean riesgos importantes para la salud de los pacientes a través de la generación de metabolitos tóxicos.

Con relación a la acción de las hormonas esteroides, es importante destacar la investigación de Stryer (2006) quien menciona que dichas hormonas:

“...activan genes específicos, los efectos primarios producidos por algunas moléculas anticonceptivas como el estradiol o la progesterona, se centran sobre la expresión genética y sobre las actividades enzimáticas, estas hormonas deben entrar en sus células blanco para poder ejercer los efectos adecuados. El impacto completo de estos esteroides se consigue en horas y no en minutos, ya que sus efectos biológicos dependen de la síntesis de nuevas proteínas. La interacción del complejo hormona-receptor con el DNA es altamente selectiva, lo que implica que dicho receptor sufre un cambio conformacional con la unión a la hormona lo que genera que emigre hacia el núcleo celular, en donde se forma un complejo de lugares específicos” (pág. 822).

De forma general se puede apreciar que, cuando el levonorgestrel es metabolizado por la enzima CYP3A4 en el hígado, puede haber una disminución en la concentración de este en la sangre. Esto significa que la enzima CYP3A4 puede reducir la efectividad del levonorgestrel como anticonceptivo debido a la diversidad de interacciones moleculares que dan lugar gracias a la promiscuidad de esta enzima, dando como resultado no solo que la concentración sea más baja, provocando un embarazo no deseado, sino que también cabe la probabilidad de que se produzcan metabolitos tóxicos que atenten la salud de las mujeres. Aunque este efecto no sólo es consecuencia de la enzima, sino como se mencionó previamente, la expresión génica juega un papel fundamental, y también el entorno en el que convive la enzima, consecuencia del estilo de vida de la persona quien consume el fármaco.

### **6.2.7 Química Analítica**

La cromatografía líquida de alta resolución de acuerdo con Castillo y García (1988) tiene muchas ventajas en el análisis de medicamentos debido a su selectividad y sensibilidad de la propia técnica, teniendo en cuenta la identificación y determinación cuantitativa de los medicamentos, Esta técnica ha sido seleccionada para el desarrollo del proyecto debido a que permite llevar a cabo un análisis riguroso el cual permite hacer una determinación de las exactas que contienen los anticonceptivos.

El siguiente mapa conceptual recopila los fundamentos de la química analítica en cuanto a los diferentes métodos para determinar su composición química. Y la respectiva clasificación según sus propiedades de análisis con sus diferentes técnicas.

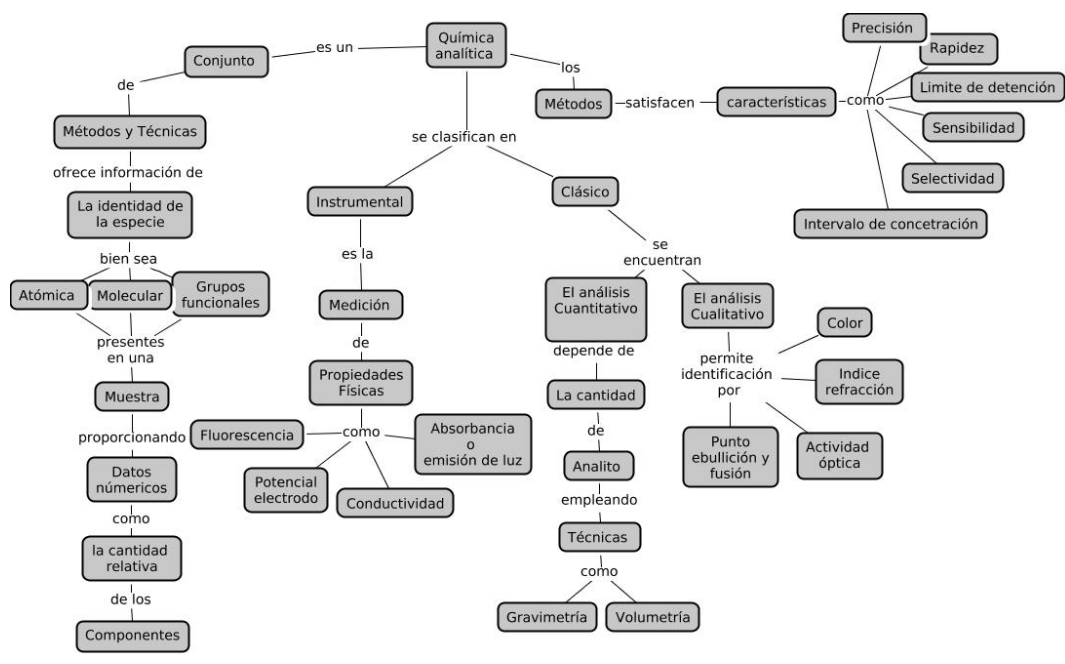


Ilustración 7. ¿Qué es la química analítica? Fuente propia. Información adaptada de (Skoog, Holler, & Crouch, 2008)

### 6.2.8 Técnica HPLC

A continuación, se presenta la técnica analítica de cromatografía líquida de alta resolución, en cuanto a la explicación de la técnica, las diferentes fases que interactúan, las fuerza química y físicas refiriéndose a los tiempos de retención y separación de los picos al obtener los cromatógrafos del analito analizado y por ultimo las diferentes fuerzas que actúan sobre las moléculas:

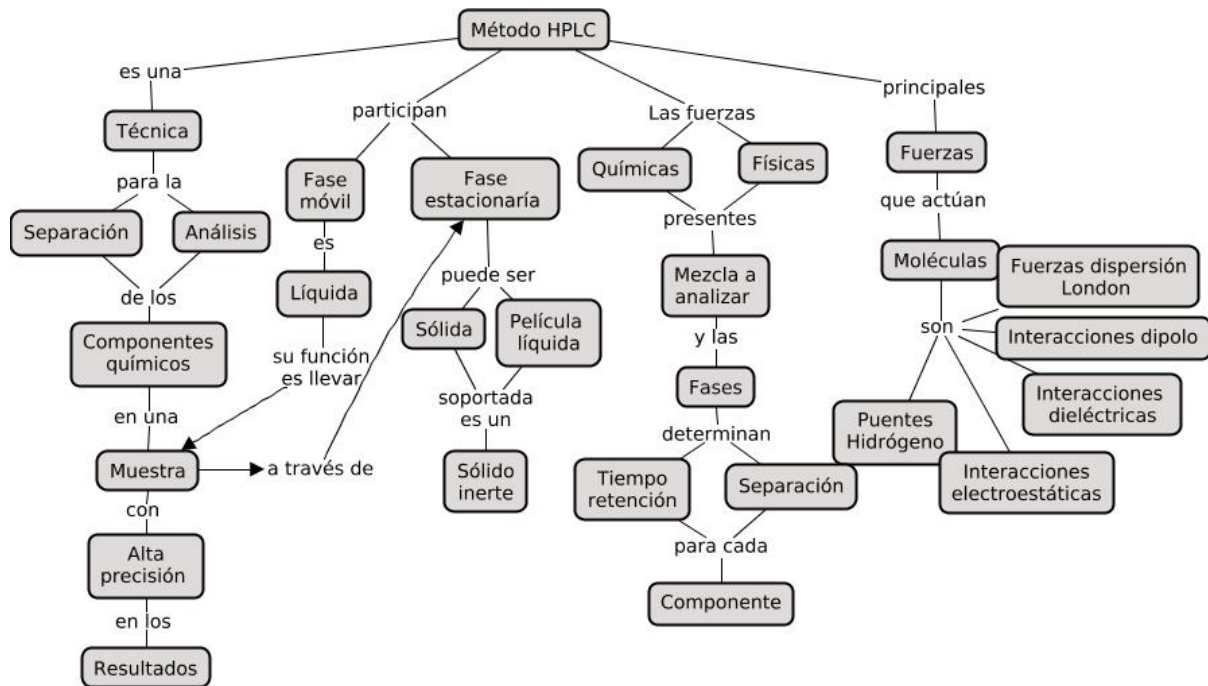


Ilustración 8. Método HPLC. Fuente propia. Información adaptada de (Morales y Suarez, 2018)

De acuerdo con el autor (Morales y Suarez, 2018) existen tres modos de operación y la clasificación según el mecanismo de retención existente en la cromatografía líquida de alta resolución como se presenta en el siguiente mapa conceptual.

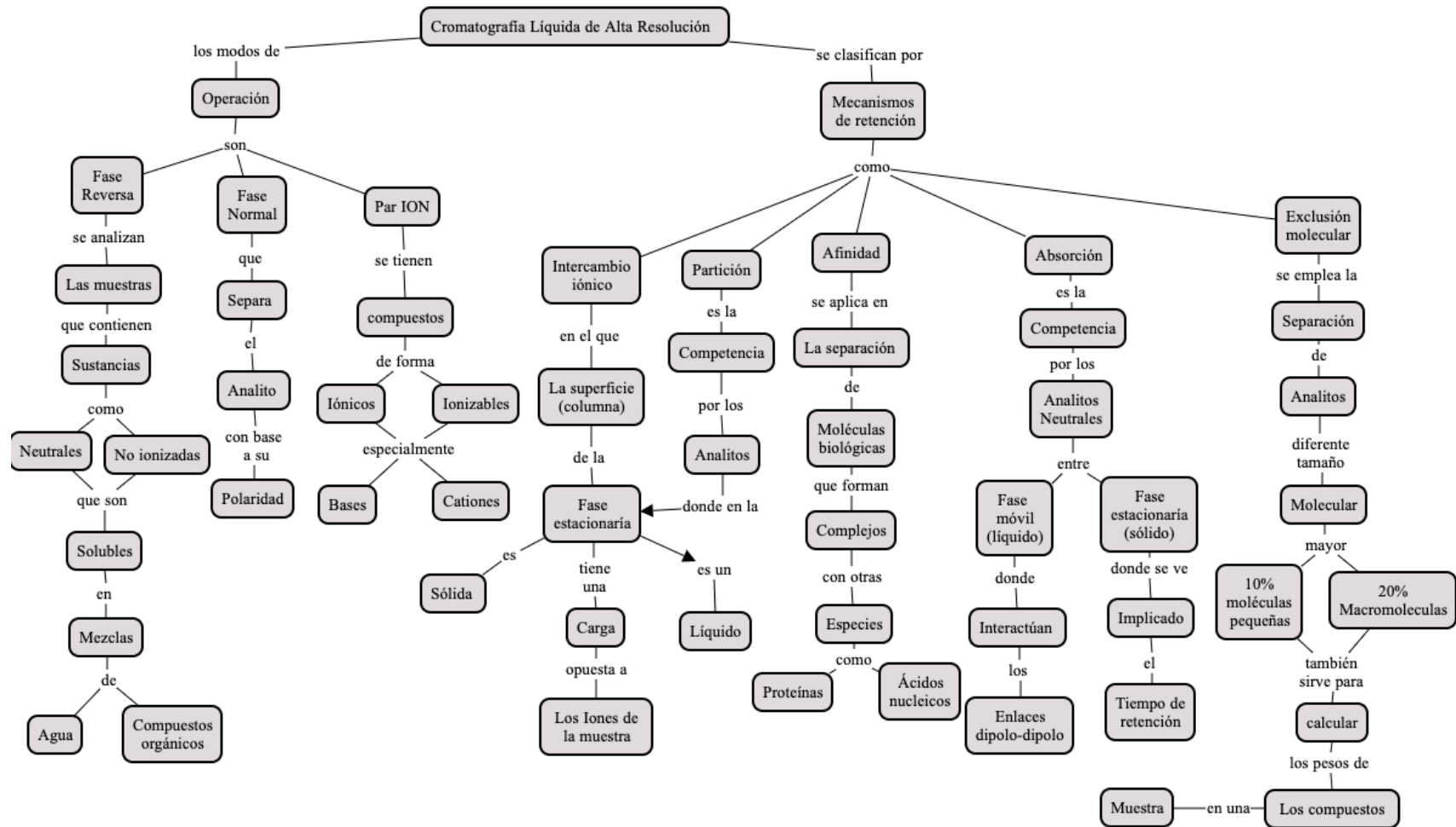


Ilustración 9. Modo de operación y tipos de HPCL. Fuente propia. Información adaptada de (Morales y Suarez, 2018)

Como señal Matějček y Kubáň, (2007) la técnica de HPLC en términos de selectividad, sensibilidad y simplicidad es la técnica más adecuada para la identificación de las hormonas sintéticas como el Levonorgestrel y Etinilestradiol utilizados en los anticonceptivos hormonales diarios, de emergencia e intramusculares.

Desde el punto de vista de Nikolin, Imamović, Medanhodžić-Vuk, y Sober, (2004) La Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) representa una destacada técnica analítica ampliamente empleada para lograr la precisa separación y cuantificación de compuestos en diversas muestras. En el sector farmacéutico, el método de HPLC desempeña un papel crítico en la determinación de la composición y concentración de los ingredientes activos en productos medicinales. Un ejemplo concreto de su aplicación se encuentra en la identificación y cuantificación de Levonorgestrel y Etinilestradiol, dos hormonas fundamentales en anticonceptivos orales presentes en tabletas.

La validación en el contexto de la HPLC se refiere al proceso de confirmar que el método analítico empleado es fiable, preciso y capaz de ser reproducido de manera consistente. Esta validación asegura que los resultados obtenidos sean exactos y consistentes, este es un aspecto crucial para garantizar la calidad y la seguridad de los productos farmacéuticos. Los criterios de validación son parámetros específicos que se establecen para evaluar el rendimiento del método. Según Pal y Pal, (2020) es imperativo que, en el proceso de validación del método o técnica analítica, el equipo utilizado cumpla con las especificaciones requeridas y se ajuste a los parámetros recomendados por la Farmacopea de los Estados Unidos (USP).

En la eventualidad de llevar a cabo un análisis cuantitativo en conformidad con las directrices de la Farmacopea de los Estados Unidos (USP) para la obtención de cristales de Levonorgestrel, resulta esencial considerar los parámetros inherentes a una validación analítica tales como la exactitud, la precisión, la selectividad, los límites de detección y cuantificación, la repetibilidad, robustez y la linealidad del métodos, citando a la organización en donde explican por medio de un documento los parámetros mencionados anteriormente, presentados en la siguiente tabla:



Tabla 5. Validación de métodos analíticos. Adaptado de IDEAM (2020). Fuente propia

Límite de detección	Determina la concentración del analito, presente en la muestra. concentración de analito que produce una señal superior a la relación señal/ruido del instrumento.
Límite de cuantificación	Es la concentración de analito que produce una señal suficientemente más fuerte que el blanco, de modo que se puede detectar con un nivel específico de confiabilidad durante las operaciones de rutina.
Rango	Indica el intervalo entre el límite de detección y límite superior.
Robustez	Se refiere a su capacidad de proporcionar resultados precisos y consistentes al analizar las mismas muestras en diversas condiciones, como diferentes laboratorios, analistas, instrumentos, lotes de reactivos, temperaturas y días. Se determina mediante el análisis de muestras idénticas en diferentes laboratorios, con diferentes analistas y en condiciones variables.
Repetibilidad	Es el atributo de precisión. Es la variación más pequeña de los resultados, es una medida de la variabilidad en los resultados cuando una medición se lleva a cabo por un solo analista utilizando el mismo equipo en un corto plazo de tiempo, trabajando siempre en las mismas condiciones (equipos, materiales y reactivos).
Selectividad	Es el grado en el que un método puede ser utilizado para determinar analitos particulares en mezclas o matrices sin interferencias de otros componentes de comportamiento similar.
Reproducibilidad	Se expresa en términos de la precisión bajo las mismas condiciones de operación en un corto periodo de tiempo, utilizando el mismo analista, con el mismo equipo. Debe evaluarse utilizando un mínimo de nueve determinaciones que cubran un intervalo en específico, por ejemplo: tres réplicas cada una de tres concentraciones o un mínimo de seis determinaciones en el 100% en la concentración de la prueba.
Exactitud	Es la estimación de qué tan cerca está un valor medido del verdadero valor. La exactitud se estudia como dos componentes: ‘veracidad’ (sesgo) y ‘precisión’.
Precisión intermedia	Es una variación en los resultados cuando las mediciones se realizan en un solo laboratorio, pero en condiciones que son más variables que las condiciones de repetibilidad. Las condiciones exactas utilizadas deben establecerse en cada caso. El objetivo es obtener una estimación de la precisión que refleje todas las fuentes de variación que se producirán en un solo laboratorio en condiciones de rutina: diferentes analistas, periodos de tiempo prolongado, diferentes piezas de equipos entre otros.

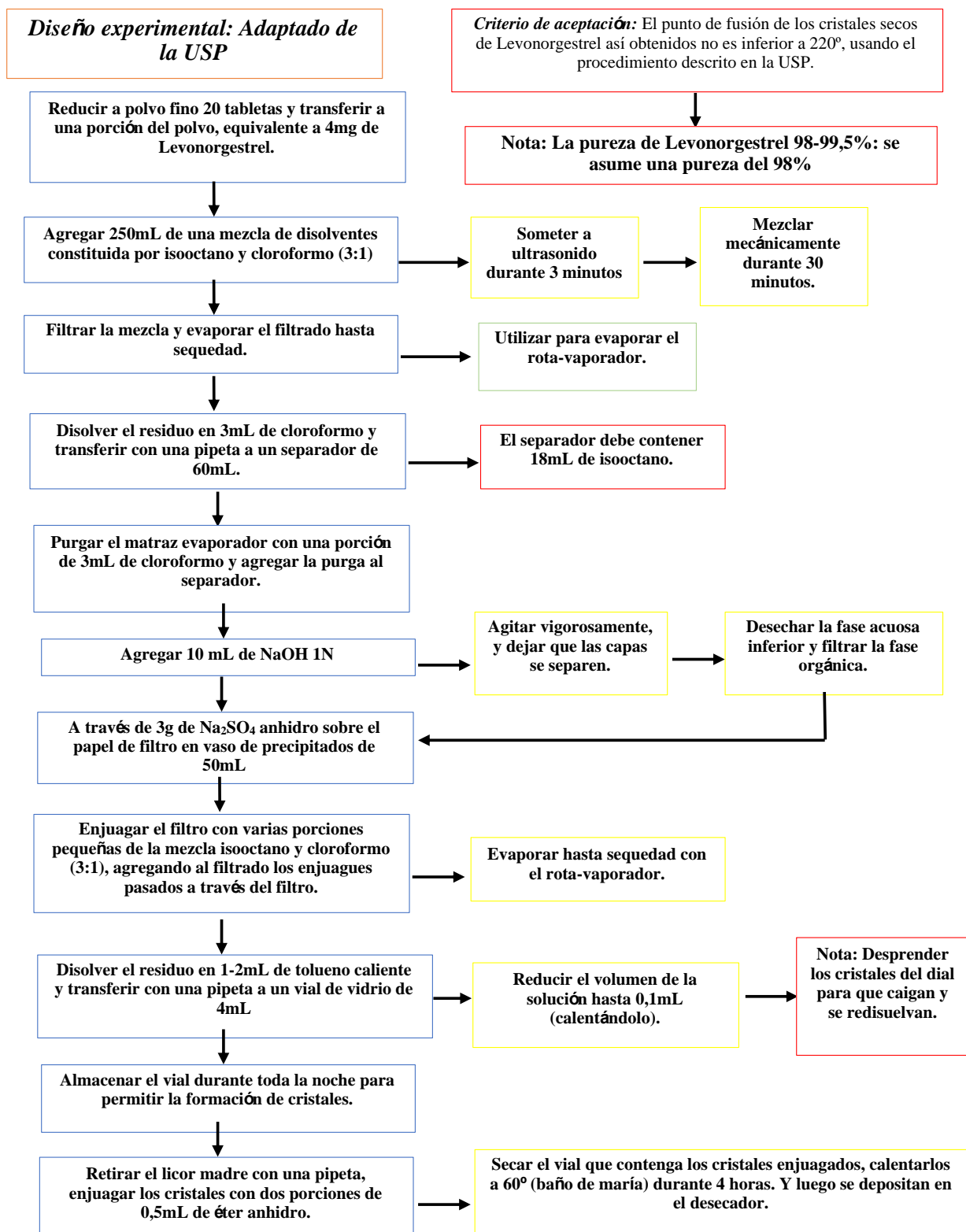


Ilustración 10. Diseño experimental obtención de cristales de Levonorgestrel, adaptado de la USP. Fuente propia

## **6.3 Componente Pedagógico y Didáctico**

### **6.3.1 Enfoque Thinking Classroom**

El Thinking Classroom es un enfoque didáctico, cuya investigación inició en los años 2000 en el contexto educativo canadiense. Fue publicado como fruto del trabajo de investigativo de Liljedahl, (2021). Veinte años después, evidenció que en las aulas de clase no existía la enseñanza de habilidades del pensamiento, simplemente se estructuraban actividades de modo que los estudiantes se movieran de forma lineal a través de los contenidos.

Inicialmente el autor buscó implementar un nuevo plan didáctico el cual estuviera centrado no solo en la resolución de ejercicios, sino también en la enseñanza a través de la resolución de problemas. Durante el estudio con más de 40 profesores e instituciones se evidenció un problema recurrente: al momento de implementar una nueva actividad o un cambio de estrategia para enseñar las diferentes temáticas, los estudiantes se daban por vencidos más rápido. Probablemente la falla del profesor era que invertía su tiempo alentando a sus estudiantes a resolver los ejercicios en vez de enseñarles a pensar en resolver las diferentes dudas que iban surgiendo.

Esta situación se debe a que muchos profesores planifican sus clases bajo la premisa de que los estudiantes son incapaces de pensar durante la realización de las actividades. Como resultado, las programaciones educativas resultantes generan un ambiente en el que los alumnos no se involucran activamente en los procesos cognitivos y el profesor se enfoca en cumplir con el plan de estudios sin verificar si los estudiantes están desarrollando procesos de pensamiento efectivos.

En la investigación de Liljedahl, (2021) manifiesta que otro factor está relacionado con la manera como se encuentra organizado el salón de clases, ya que esto genera en el estudiante una percepción monótona de su formación, puesto que a lo largo de la historia es evidente como han cambiado tanto las mesas de estudio como, los recursos del aula e incluso la tecnología, pero los estudiantes todavía siguen asumiendo el mismo rol, estando sentados sin aportar a la clase siendo totalmente receptores de conceptos y el docente estando de pie visto como un transmisor de dicha información.

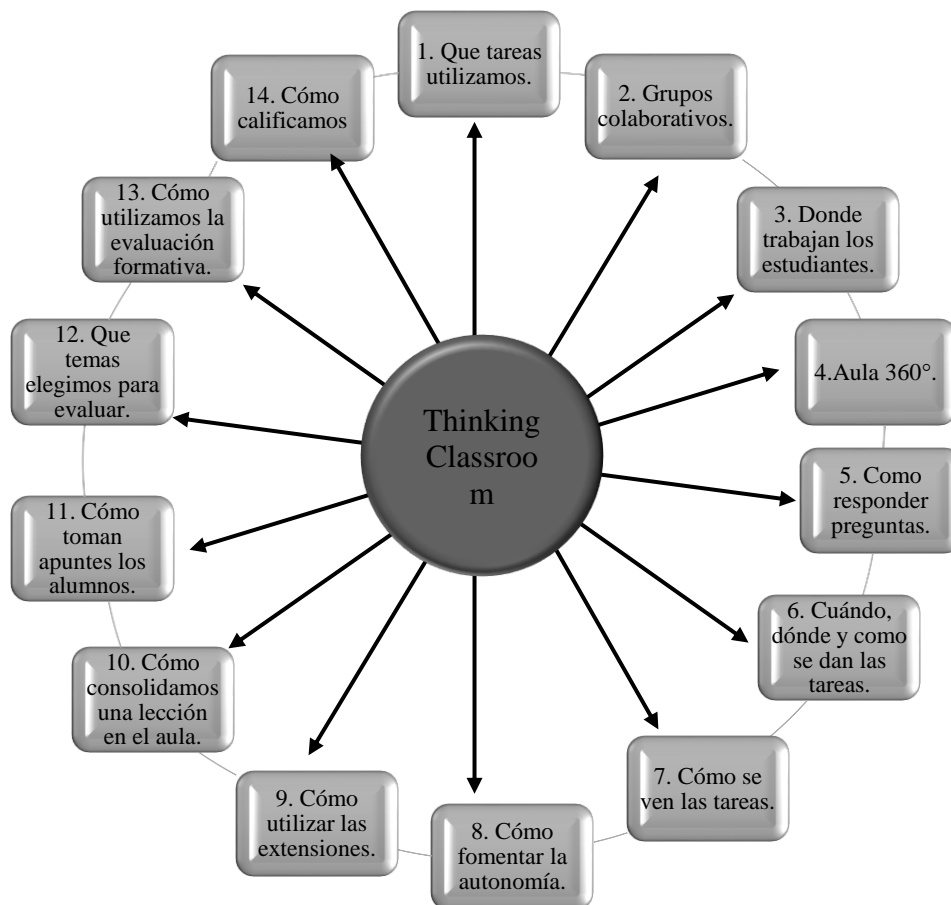
Por ello, nace el Thinking Classroom, traducido como “aula de pensamiento” o “aula pensante”. Este enfoque propone que todas las habilidades sean transferibles (vistas como habilidades de pensamiento crítico) para que no solo sean utilizadas en la clase, sino que también sean utilizadas para desenvolverse en cualquier contexto, también (UNICEF, 2022) desarrolla el programa de las 12 habilidades transferibles las cuales son adaptadas a distintos contextos en la

vida generando así ciudadanos con más capacidades. En la dimensión cognitiva se encuentra la habilidad del pensamiento crítico en donde se posibilita la capacidad de formular preguntas constantemente, hacer la identificación de supuestos y evaluar los hechos, esto permite al estudiante ampliar la mirada y entender mucho más.

Además, el desarrollo de la habilidad del pensamiento crítico capacita al estudiante para cuestionar de manera sistemática, evaluar de forma rigurosa y estructurar de manera efectiva nueva información, esto le permite asumir un rol activo como pensador crítico, siendo capaz de formar opiniones fundamentadas y expresar tanto acuerdos como desacuerdos de manera fundamentada y argumentada.

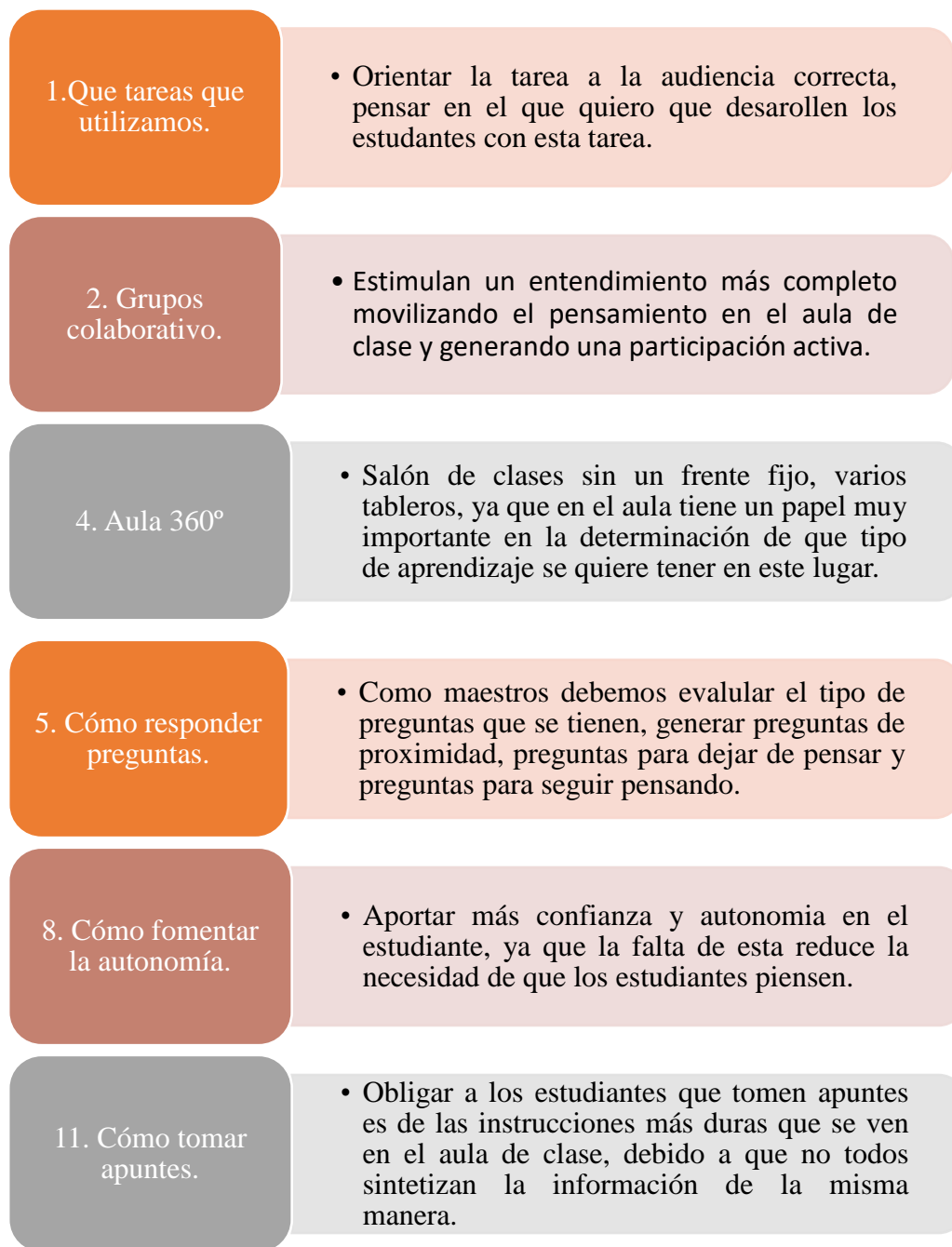
Para lograr esto, es importante realizar cuestionamientos en torno a qué tipos de tareas se utilizan en el aula de clase, cómo ordenar los grupos de trabajo tal sea la forma de que al momento de hacer esta organización se pueda dinamizar la clase, el trabajo colaborativo bien sea una parte de manera individual, otra parte en parejas y como última parte en grupos haciendo que los estudiantes socialicen, aporten y concluyan con otros grupos para promover el aprendizaje colaborativo en el salón, todo esto generando también espacios los cuales promuevan el pensamiento. Ya que los cambios de un aula normal a un aula pensante requieren de mucha independencia y los estudiantes deben aprender a aprender de sus compañeros y movilizarse en ese conocimiento. Por otra parte, también es importante como se distribuyen los espacios en el aula, generando un salón de clases sin frente fijo, esto puede producir que el estudiante al momento de iniciar perciba que la clase no se va a desarrollar de la misma forma al ver el salón con una organización diferente y con una participación más activa por parte de los estudiantes; es indispensable también formular preguntas de proximidad, preguntas para dejar pensar o preguntas para seguir pensando, las cuales posibiliten la curiosidad y la creatividad llevando al estudiante a construir una dimensión cognitiva teniendo en cuenta la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas por medio de la construcción de espacios o entornos más activos dentro del aula de clase.

Como resultado del trabajo Liljedahl (2021) propone una serie de 14 estrategias con las cuales se pueden construir aulas pensantes que fomenten el desarrollo metacognitivo de las diversas habilidades del pensamiento de los estudiantes, las cuales están representadas en la figura.



*Ilustración 11. Estrategias para el desarrollo del Thinking Classroom. Fuente propia. Información adaptada de Liljedahl (2021).*

Para el presente proyecto, de las 14 estrategias propuestas por el autor, se van a tener en cuenta siete de ellas, que más adelante serán explicadas en la forma de cómo se van a ser articuladas con el proyecto, la argumentación de Toulmin y el modelo de las 7E:



*Ilustración 12: Estrategias seleccionadas del Thinking Classroom para la implementación del proyecto. Fuente propia. Información adaptada de Liljedahl (2021).*

Teniendo en cuenta que el Thinking Classroom ha sido un enfoque recientemente publicado, no sé han realizado otras investigaciones en torno hacía esta estrategia ajena a las publicadas por el mismo autor. Sin embargo, varios de los elementos que se utilizan para construir aulas de pensamiento según Liljedahl, cómo el aprendizaje basado en problemas y el trabajo

colaborativo en el aula, son conceptos que previamente se han trabajado por otros educadores. Por lo que se busca hacer profundidad en otras perspectivas de algunos de estos elementos en los párrafos que se redactan a continuación.

Inicialmente, cabe definir desde una perspectiva personal el trabajo colaborativo como un conjunto de principios que guían la realización de actividades destinadas a construir conocimiento de manera colectiva, involucrando activamente a los estudiantes. Estos estudiantes no solo se forman con el objetivo de buscar transformar su propio conocimiento a través de la colaboración, sino también fortalecer las relaciones interpersonales de manera afectiva. En este proceso, el docente desempeña el papel de fomentar habilidades de cooperación y supervisar las tareas asignadas.

Desde la perspectiva de Pérez, Cerdán y Mendoza (2015), el aprendizaje colaborativo va más allá de ser una simple tarea en equipo, donde cada estudiante desempeña un papel en la construcción del conocimiento. En cambio, se trata de un proceso de cooperación destinado a lograr una meta que no se puede alcanzar de manera individual. Para lograr este propósito, los autores proponen cinco elementos distintivos que caracterizan el aprendizaje colaborativo.

En primer lugar, se destaca la importancia de la responsabilidad individual, que implica que cada miembro del equipo debe asumir la responsabilidad de su propio desempeño en el grupo. En segundo lugar, se enfatiza la interdependencia positiva, donde los miembros del grupo dependen unos de otros para alcanzar una meta común, lo que fomenta la colaboración efectiva. Las habilidades de colaboración, como el trabajo en equipo, el liderazgo y la resolución de conflictos, desempeñan un papel crucial en el tercer elemento. El cuarto elemento se centra en la interacción promocional, que consiste en la interacción entre los miembros del grupo para desarrollar relaciones interpersonales sólidas y estrategias de aprendizaje efectivas. Finalmente, el quinto elemento es el proceso de grupo, que implica la reflexión periódica y la evaluación del funcionamiento del grupo con el fin de identificar áreas de mejora y aumentar la eficacia del trabajo en equipo.

Estos equipos de trabajo en el aula facilitan una interacción óptima entre sus miembros, lo que es propicio para lograr metas inmediatas, fomentar la toma de decisiones, la responsabilidad individual y colectiva, el respeto hacia las contribuciones de todos los miembros y un sólido compromiso hacia un objetivo compartido (Pérez, Cerdan, & Mendoza, 2015).

Como elemento final del aprendizaje colaborativo, se destaca el desafío del docente se enmarca en un proceso de aprendizaje en sí mismo. En el enfoque de aprendizaje colaborativo, el docente asume múltiples roles, como facilitador, orientador, colega, mentor, guía y coinvestigador. Esto implica observación, interacción con los equipos de trabajo, sugerencias sobre cómo proceder y planificar las actividades. Además, el docente debe motivar a los estudiantes proporcionando experiencias concretas, tiempo para la reflexión y retroalimentación pertinente.

Por otra parte, se considera relevante resaltar el tema del aprendizaje basado en problemas, ya que es un enfoque que se ha aplicado en diversas investigaciones desde ya hace varias décadas.

Villalobos, Ávila y Olivares (2016) describen el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como una metodología que impulsa la construcción del conocimiento mediante enfoques inductivos. En esta perspectiva, el estudiante desempeña un papel central, asumiendo un rol protagónico en el proceso educativo, lo que fomenta su autonomía y responsabilidad. Por su parte, el docente deja de ser transmisor de conocimientos y se convierte en un guía u orientador que integra saberes de diversas disciplinas.

Desde la óptica de Vogt, el ABP se convierte en el fundamento para alcanzar objetivos de aprendizaje y desarrollar competencias y habilidades aplicables en entornos profesionales. Este enfoque se caracteriza por presentar problemas con información parcial o elementos faltantes, desafiando al estudiante a descubrir, buscar y resolver soluciones. Estos problemas se plantean de manera incompleta y ofrecen múltiples vías para su resolución, sin una única respuesta correcta (Villalobos, Ávila, y Olivares, 2016, pág. 5).

El aprendizaje basado en problemas presenta diversidad de elementos que lo caracterizan, para ello, se ha retomado la publicación de Comelli, Ortiz, & López, (2002) quienes proponen un conjunto de tres fundamentos, explicados en la siguiente ilustración:



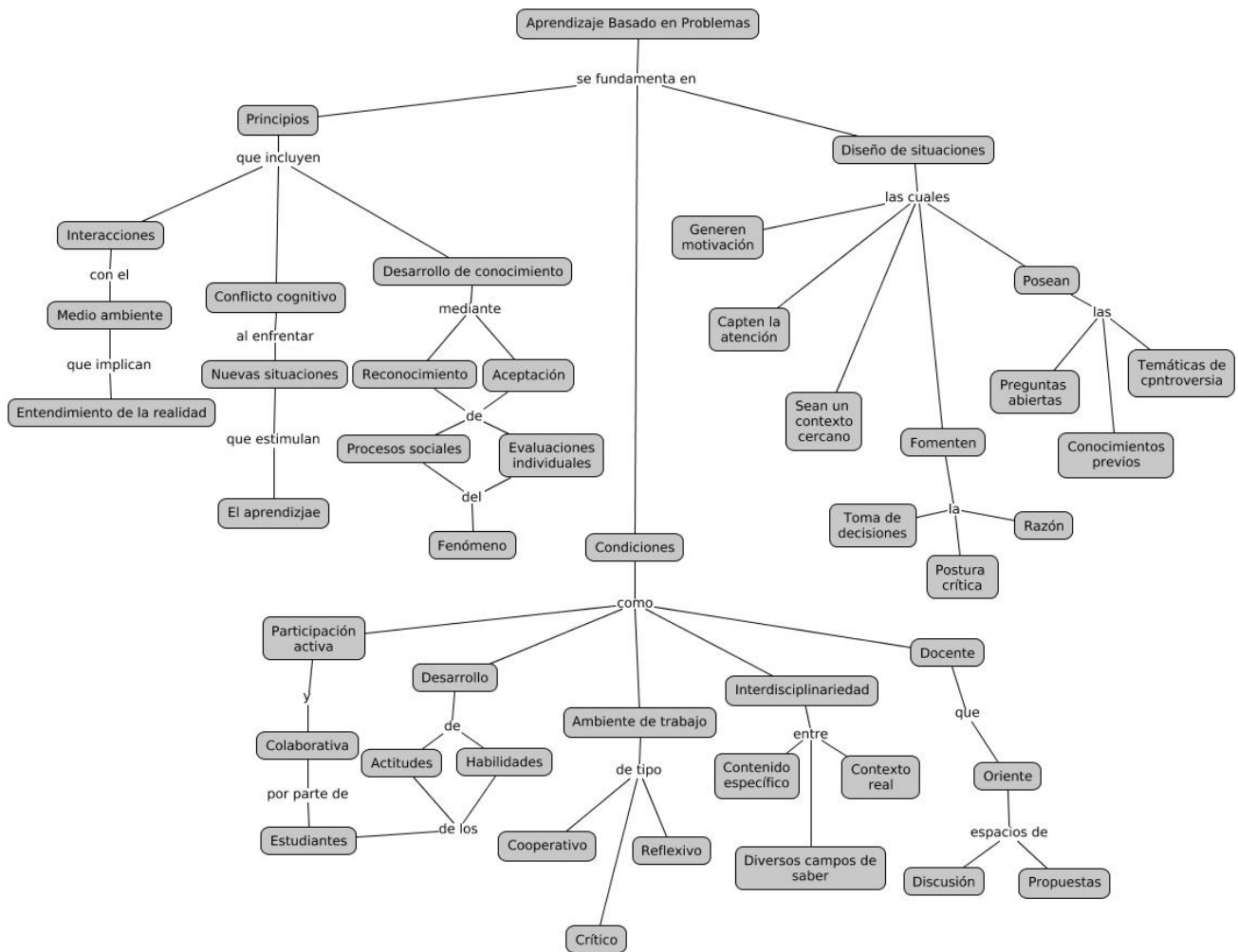


Ilustración 13. Elementos del ABP. Fuente propia

### 6.3.2. Argumentación científica según Toulmin

Antes de abarcar el modelo de argumentación según Toulmin, resulta relevante definir qué es un argumento y qué es la argumentación. En términos de Osborne, Erduran y Simón, (2004) “El argumento hace referencia al discurso que produce un estudiante cuando debe articular o justificar una explicación o conclusiones; mientras que la argumentación alude al proceso de elaboración de esos discursos” (como se citó en Pinochet, 2015, pág. 4). Una aproximación al concepto de argumento podría fijarse como el resultado de un proceso de razonamiento en aras de explicar o justificar una proposición, mientras que la argumentación es la actividad humana que coordina e involucra la persuasión de cierta información para explicar dicho postulado.

En ese orden de ideas, el proceso de argumentación descrito por Toulmin (2003) posee seis elementos esenciales con los cuales se puede caracterizar y evaluar un argumento: los datos, la conclusión, las garantías, el sustento, el calificador modal y las condiciones de refutación.

Los datos se refieren al conjunto de información que el autor del argumento revela a partir de lo que conoce y lo que ha vivenciado; “Son los elementos, antecedentes y hechos que sirven para justificar la afirmación realizada, se distinguen por ser la base que fundamenta a la conclusión” (Useche, 2017, pág. 32).

La conclusión es la afirmación o postulado la cual se pretende que otra persona acepte, incluso si esta contradice una creencia u opinión previamente establecida. Sin embargo, para respaldar esta afirmación, es necesario presentar una sólida justificación y evidencias.

Las garantías son los elementos clave que funcionan como un puente entre la conclusión y los datos. “Se basa en principios, leyes, reglas, patrones o fórmulas. Justifica la importancia de la evidencia” (Useche, 2017, pág. 35).

El sustento son situaciones globales que permiten apoyar las garantías por medio de “estudios científicos, estadísticas, creencias de una comunidad, estudios relacionados con el tema, entrevistas a expertos, entre otros” (Useche, 2017, pág. 35).

Para Pinochet (2015) el calificador modal es el conector entre las garantías y algunos datos el cual otorga cierto grado de certeza a la afirmación que está por proponerse, ejemplo de esto “a veces”, “siempre”, “probablemente” (pág. 311).

Finalmente, las condiciones de refutación son restricciones las cuales condicionan la veracidad de la conclusión “Son elementos que expresan posibles objeciones o contraargumentos que se pueden formular exceptuando la tesis; da indicios a debilidades convirtiéndose en una excusa para indagar. Son expresiones como *a menos que*, *a excepción de*” (Useche, 2017, pág. 35).

### **6.3.3 Niveles de representación de la materia**

La comprensión de los conceptos químicos implica abordar los diferentes fenómenos cuando en la materia ocurre alguna transformación, estos conocimientos generan conceptos abstractos para los estudiantes ya que estos involucran un lenguaje científico, el cual supera el lenguaje cotidiano, por lo tanto, sus representaciones e interpretaciones.

En sus investigaciones Johnstone (1982) propuso un modelo que representa la química por medio de tres niveles: el macroscópico, el submicroscópico y el simbólico, como lo cita Dávila y Renginfo (2022).

Nivel macroscópico: En este nivel, se observan y describen fenómenos químicos utilizando los sentidos, como el color o el olor de un objeto o fenómeno. Sin embargo, estas representaciones

no explican la causa subyacente de estos fenómenos, ya que no involucran el conocimiento de las interacciones a nivel submicroscópico.

**Nivel submicroscópico:** Una vez que se observa un fenómeno químico en el nivel macroscópico, la química busca comprender y explicar las causas subyacentes que lo hacen posible. Se utilizan modelos y conceptos abstractos, como átomos, iones, moléculas y enlaces, para representar la naturaleza de la materia a un nivel que no es perceptible a simple vista ni con microscopios.

**Nivel simbólico:** En el estudio de la química, se utiliza un sistema de símbolos y códigos para comunicar las propiedades y cantidades de entidades químicas en los fenómenos y procesos químicos. Estos símbolos, como los símbolos y las ecuaciones químicos, permiten a la comunidad científica representar y comunicar información sobre la materia y su comportamiento, así como realizar cálculos estequiométricos y expresar la ley de conservación de la materia.

De manera similar Talanquer (2011) sugiere que el conocimiento de la química es relevante para la enseñanza se puede caracterizar como tres tipos principales de interpretación:

**Experiencias:** Estas incluyen el conocimiento descriptivo de las sustancias y los diferentes procesos químicos que se adquieren de una forma directa a través de los sentidos o indirectas por medio de los instrumentos, dichas experiencias se refieren al conocimiento empírico real que se recopila sobre los diferentes sistemas químicos con el pasar del tiempo.

**Modelos:** Esta sección incluye los modelos teóricos descriptivos, explicativos y predictivos que los químicos han desarrollado para dar un sentido lógico al mundo experimental, estos modelos se refieren a las entidades teóricas y a los supuestos subyacentes que se utilizan para describir sistemas químicos atribuyéndoles algún tipo de estructura, composición o un mecanismo el cual sirve para generar una explicación o para predecir las diferentes propiedades que tiene esos sistemas.

**Visualizaciones:** En general son los signos visuales estáticos y dinámicos un ejemplo de ello son los símbolos y los íconos, fueron desarrollados con el fin de facilitar el pensamiento y la comunicación de forma cualitativa y cuantitativa sobre las experiencias y modelos de la química. Las visualizaciones se refieren a los símbolos y fórmulas químicas como por ejemplo: Dibujos de partículas, ecuaciones matemáticas, gráficos, simuladores, modelos físicos como los modelos moleculares, entre otros., los cuales son utilizados para representar visualmente los componentes centrales de un modelo teórico.

Para finalizar, Talanquer (2011) sugiere que estos tres tipos de conocimiento explicados anteriormente, puede ser conceptualizados en diferentes niveles los cuales pueden ir desde lo microscópico hasta lo subatómico en términos de uni-partícula o en múltiples partículas, vistas en diferentes dimensiones en cuanto a su composición de estructura, energía y tiempo, las cuales pueden ser abordadas desde los diferentes enfoques como lo matemático, conceptual, contextual, histórico, filosófico y tecnológico. A partir de esta propuesta, pueden surgir diversas combinaciones con el objetivo principal de desafiar y superar las conexiones inflexibles que se han establecido. Un ejemplo de estas conexiones rígidas es la tradicional asociación entre el nivel simbólico y un enfoque exclusivamente matemático.

## **7. Metodología de investigación**

### **7.1 Enfoque metodológico mixto**

De acuerdo con Tashakkri & Teddlie (2015) “la investigación de los métodos mixtos es definida como una investigación en la que el investigador recopila y analiza datos, integra los hallazgos y extrae inferencias utilizando enfoques o métodos tanto cualitativos como cuantitativos en un solo estudio o programa de investigación” Como se cita en Bagur, Et al, (2021) (pág 4).

Es fundamental destacar que, cuando el objetivo de un estudio es describir o buscar significado, los métodos cualitativos son prioritarios, enfocándose en proporcionar descripciones narrativas. De acuerdo con Pole, (2009) cuando el propósito es confirmar, como en el caso de poner a prueba teorías, se recurre a métodos cuantitativos. La orientación teórica influye en las decisiones relacionadas con el diseño del estudio. Por ejemplo, los datos cualitativos suelen recopilarse en muestras pequeñas, mientras que los datos cuantitativos implican muestras más grandes. Las muestras cualitativas se eligen generalmente según el propósito del estudio y no necesariamente cumplen con las suposiciones asociadas a un enfoque cuantitativo, como la aleatoriedad y el análisis estadístico (Pole, 2009).

Como lo menciona el mismo autor, es común que los investigadores que trabajan con datos cuantitativos consideren analizar las anotaciones que los participantes hacen en los márgenes de las encuestas. Sin embargo, en esta investigación, debido a que los instrumentos estaban diseñados para una evaluación formativa, no se hizo hincapié en los análisis cuantitativos de la metodología mixta. No obstante, fue necesario emplearlos para describir el procedimiento y los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio.

Como se mencionó anteriormente, este estudio tiene un carácter exploratorio, ya que es la primera vez que se implementa el enfoque de Thinking Classroom en la enseñanza de la química. El objetivo principal no radica en verificar la eficacia del enfoque, sino en desarrollar las primeras impresiones sobre su funcionamiento en el aula. En consecuencia, se pone un énfasis significativo en las descripciones cualitativas a lo largo del análisis.

### **7.2 Modelo de las 7E**

El modelo de ciclo de aprendizaje se distingue como un enfoque pedagógico el cual sigue los parámetros que caracterizan al constructivismo ya que permite la construcción colectiva y activa del conocimiento, involucrando la indagación científica desde las ideas previas del

estudiante, permitiéndoles analizar, reflexionar y concluir respecto a los conocimientos adquiridos. (Sharma, 2018)

Uno de modelos de ciclo de aprendizaje es el enfoque de enseñanza de las 7E. Distinguido así ya que se trata de una serie de siete estrategias de enseñanza y aprendizaje las cuales llevan por nombre verbos que inician con la letra E. Suele concebirse como la base para la elaboración de secuencias didácticas ya que el orden en que se pueden orientar las actividades es flexible, es decir, que algunas de las etapas se pueden desarrollar conjuntamente o también se pueden superponerse unas sobre otras (Gómez & Ramírez, 2018). Sin embargo, este enfoque ha adquirido alta importancia debido a que enfatiza en la relevancia de tener en cuenta las ideas previas y la construcción de aprendizaje transferible garantizando que los docentes articulen todas las partes de un currículo de forma significativa, incluyendo el diagnóstico, el desarrollo, la aplicación y la evaluación.

Teniendo en cuenta la importancia del enfoque de las 7E, las siete fases de este modelo se describirán en el siguiente cuadro. La información aquí recopilada se alinea a las investigaciones de los autores Sharma (2018), Ocampo (2017), Gómez y Ramírez (2018).

*Tabla 6. Estrategias de las 7E.*

Descripción	Rol del docente	Rol del estudiante
Enganchar		
Desarrollar el interés de los estudiantes respecto al contenido científico que se va a desarrollar buscando identificar las ideas previas a partir de la participación.	El docente identifica las ideas previas que posee el estudiante respecto al contenido a trabajar, esto lo realiza mediante actividades que capten la atención del alumno de manera que éste se interese por responder, participar y estar atento al conocimiento que pueda adquirir en torno al tema.	Reconocer y expresar las ideas que posee respecto al contenido. Visualizar la actividad como una oportunidad de relacionar lo que se conoce o desconoce con los contenidos académicos a trabajar.
Elicitar		

<p>En esa fase se busca conocer las diferentes ideas o pensamientos que los estudiantes tienen previamente. Esto se hace para comprender sus requerimientos e idear un entorno que facilite la creación de un aprendizaje con sentido y relevante para ellos.</p>	<p>El profesor proporciona información por medio de estímulos externos en forma de diagramas, imágenes u organizadores gráficos. Permite a los alumnos seguir proporcionando sus ideas previas, pero realizando cuestionamientos cada vez más complejos que les permita relacionar este conjunto de ideas.</p>	<p>En esta etapa los estudiantes participan activamente a medida que se les proporciona la idea central sobre el concepto, se busca que relacionen dicho concepto con su conocimiento previo. En esta fase los alumnos dispondrán de espacios para que proyecten sus propias ideas y creatividad.</p>
<p>Explorar</p>		
<p>Se creará un ambiente investigativo que combine actividades de análisis, interpretación, generalización, resolución de problemas, etc. Los alumnos expresarán las nuevas ideas libremente dentro de los límites de estas actividades buscando profundizar el tema de estudio.</p>	<p>En esta etapa el papel del docente se enmarca en una orientación respecto a qué deberían buscar los estudiantes con estas actividades. Realiza sugerencias, formula preguntas, hace retroalimentaciones y dirige los estudiantes hacia el conocimiento objeto de estudio.</p>	<p>Los alumnos comprobarán las predicciones explicadas con base a la información recolectada. Luego, registrarán y analizarán los datos obtenidos para clasificar sus descubrimientos. Durante este proceso, se destacará la importancia de dialogar y debatir los resultados entre los demás integrantes de su grupo.</p>
<p>Explicar</p>		
<p>Los conceptos que se han venido construyendo son profundizados a través de</p>	<p>El docente motivará a los estudiantes a la construcción colectiva de los conceptos por medio de actividades</p>	<p>Indagar sobre las leyes, modelos o teorías que les permitan construir su propio lenguaje técnico en la</p>

postulados, modelos, teorías o leyes de fuentes confiables.	didáctica convirtiendo el lenguaje cotidiano a lenguaje científico y los motivará a dar explicaciones a los resultados anteriores.	explicación a lo realizado. Pueden también realizar cuestionamientos en torno a lo aprendido para relacionar los conceptos y los fenómenos.
<b>Elaborar</b>		
El estudiante aplicará el contenido aprendido para comprender de forma amplia los conceptos estudiados.	El profesor ayudará a los estudiantes a pensar en una explicación alternativa del concepto utilizando diferentes fuentes de información y recursos didácticos. Se brindarán más oportunidades a los estudiantes para mejorar y refinar sus habilidades prácticas. Se pueden mostrar actividades similares al estudiante para obtener una comprensión más profunda del concepto.	Los alumnos formulan más preguntas, toman decisiones, proponen soluciones, etc. Tienden a sacar conclusiones razonables a partir de la evidencia y la teoría previamente desarrollada.  Desarrollan un discurso más elaborado para aplicar o relacionar los conceptos aprendidos a otros campos del saber.
<b>Evaluar</b>		
El docente debe reconocer la importancia del proceso de aprendizaje y considerar en la evaluación todos los aspectos y tipos de actividades realizados durante dicho proceso.	Durante esta fase, el maestro aplicará métodos e instrumentos para evaluar tanto de forma formativa como sumativa la comprensión del concepto por parte del estudiante y se observará el cambio en las	Responder diferentes cuestionamientos en torno al concepto trabajado determinando las virtudes y falencias que obtuvo articulando las distintas actividades realizadas.



	habilidades de pensamiento de los estudiantes con relación a todos los aspectos relevantes que se trabajaron durante las demás etapas.	
Extender		
Aplicar las habilidades o los conceptos aprendidos a otros campos del saber en dónde el alumno es capaz de transferir y transformar los conocimientos comprendidos desde su razonamiento más no desde su memoria.	Los docentes de ciencias deben incentivar a la transferencia del concepto estudiado por los estudiantes, evitando que no se limiten solo a la elaboración y evaluación, sino que una vez que se aprende una habilidad o un concepto en particular, debe aplicarse diversidad de campos del saber o a situaciones desconocidas.	Los alumnos practicarán la transferencia del aprendizaje. Con el objetivo de aplicar la habilidad o el concepto aprendido dentro del aula en una nueva situación, buscando más allá de memorizar, comprender lo aprendido.

*Fuente propia. Información adaptada de Sharma (2018), Ocampo (2017), Gómez y Ramírez (2018).*

### **7.3 Fases de la investigación**

A continuación, se presenta la descripción de un conjunto de actividades diseñadas para alcanzar el objetivo de esta investigación. A medida que se desarrolla la propuesta de implementación, se relaciona uno o varios de los componentes del Thinking Classroom apoyándose de una de las 7E como metodología de trabajo para aplicar en las distintas sesiones. En cada actividad, se proporcionó la explicación de un elemento del argumento según Toulmin y se escaló en los distintos niveles de interpretación de la materia.

La propuesta se abarcó en tres fases: diagnóstica, de desarrollo y evaluativa; las cuales se conformaron por un conjunto de seis actividades descritas en el siguiente apartado.

#### **7.3.1 Fase diagnóstica**

En el primer encuentro con los estudiantes del Énfasis Didáctico I, se realizaron tres pruebas diagnósticas que permitieron identificar los conceptos previos en torno a la temática

central de la investigación, los métodos anticonceptivos. Además, se buscó conocer las habilidades que tienen los estudiantes para construir argumentos.

### **Actividad I: el diagnóstico.**

En primera instancia se realizó un círculo de personas en el aula de clase en el cual se rotó una bola de lana de persona a persona mientras que los estudiantes mencionaron conceptos relacionados con los métodos anticonceptivos en torno a la siguiente pregunta:

**“¿Qué crees que deberíamos saber y entender como sociedad sobre métodos anticonceptivos para asegurarnos de construir argumentos informados y responsables en relación con nuestra salud sexual y reproductiva?”**

Cuando alguien mencionó un concepto que orientó la respuesta a esa pregunta, se pasó la lana a otro estudiante para formar un tejido de conceptos en el centro del aula (ver ilustración 18). Las palabras mencionadas, se registraron en un formato de Microsoft Forms para su posterior análisis (ver anexo 1 actividad I).

Luego de la actividad integradora, se proporcionaron dos cuestionarios a los estudiantes los cuales en su mayoría contienen preguntas abiertas. Estos cuestionarios fueron previamente validados por expertos, exactamente por una Doctora y Magister en educación, Especialista en Educación Ambiental y una Magister ciencias químicas, con énfasis en síntesis de compuestos heterocíclicos.

El primero de estos cuestionarios evidenció las concepciones que poseen los alumnos respecto a los métodos anticonceptivos, la clasificación de estos, algunas ventajas, desventajas o recomendaciones en su consumo. El segundo, se centró hacía ideas previas en el campo de la química con los cuales se identificó si los alumnos comprenden conceptos como mecanismo de acción, isómeros o grupos funcionales, y la aplicación de algunas técnicas analíticas. Este último apartado, se buscó más allá de identificar si los estudiantes conocen o no respecto a las técnicas de análisis químico, reconocer qué elementos utilizan en la construcción de un argumento; ya que se les solicitó no solo que seleccionen la técnica que consideraron pertinente, sino que expliquen por qué.

En esta fase diagnóstica, se propone implementar la “E” de enganchar, puesto que se captó la atención de los estudiantes hacía el tema en la formación del círculo tejido, asimismo, se dieron los primeros pasos a la estructuración de un aula 360° como lo propone el Thinking Classroom. Además, se trabajó bajo la estrategia de “¿Qué tipo de tareas se asignan a los estudiantes?”

Ejemplificando una forma de abstraer ideas previas que estimulen la participación del estudiante en la resolución de una situación. Finalmente, se aproximó a la identificación de los datos que se requieren para la construcción de un argumento (ver anexo 1: página 14 del anexo).

### **7.3.2 Fase de desarrollo**

#### **Actividad II: Una visión macroscópica de los anticonceptivos hormonales por medio del aprendizaje con grupos colaborativos.**

Se implementó una segunda actividad utilizando principalmente la estrategia de grupos colaborativos del Thinking Classroom; los nombres de los estudiantes se escribieron en un papel y se organizaron equipos aleatorios de tres estudiantes. Posteriormente, se expuso una breve introducción al proyecto, y se trabajó el concepto de método anticonceptivo, una comparación entre los tipos de métodos y las principales hormonas que componen estas sustancias.

En seguida, se le proporcionó a cada equipo un conjunto de pistas (ver anexo 1, actividad II, código QR) que caracteriza de forma macroscópica algunos de los métodos anticonceptivos y sus respectivas hormonas. La primera tarea de los estudiantes fue seleccionar cuál de los métodos anticonceptivos (dispuestos en imágenes alrededor del aula) hace referencia las pistas dadas; posteriormente el objetivo fue que, uno de los integrantes del grupo de tres rotara frecuentemente por cada una de las otras mesas de trabajo para que compartiera información a los demás de las características del anticonceptivo que le correspondió y también escuchar los anticonceptivos de los demás grupos. Al final de la actividad, se le solicitó a cada uno hacer un resumen de forma libre, aplicando un tercer parámetro del Thinking Classroom “¿Cómo tomar apuntes?”, en dónde expresaron todo lo aprendido durante la clase. Toda esta información la utilizaron los estudiantes para proponer al menos una solución al problema planteado al iniciar la actividad.

**“Describe los criterios clave que utilizarías para diferenciar y caracterizar cada uno de los métodos anticonceptivos. ¿Cómo podrían estos criterios influir en la elección informada de un método anticonceptivo por parte de las personas? Considerando únicamente las características macroscópicas, plantea cómo un método anticonceptivo podría impactar la percepción pública y los posibles mitos asociados a su uso”.**

En esta sesión se implementó la “E” de Elicitar, ya que los estudiantes participaron activamente a medida que se les proporcionó la idea central sobre el tema, se buscaba que relacionaran dicho contenido con su conocimiento previo. En esta fase los alumnos contaron con espacios para que proyectaran sus propias y sus nuevas ideas. Adicionalmente, se explicaron y aplicaron las condiciones de refutación como parte de un argumento, estas entendidas como frases

que manifiestan contraposiciones a una idea, utilizando expresiones como “a menos que, a excepción de” (ver anexo 1: actividad II, pág. 18 del anexo).

### **Actividad III: El viaje mesoscópico de las hormonas a través del ciclo sexual femenino.**

La tercera actividad tuvo el objetivo de fomentar el uso de garantías de un argumento por medio del aprendizaje de conceptos fisiológicos y bioquímicos con una dinámica de juegos de roles de los mecanismos de acción de las hormonas anticonceptivas en el ciclo menstrual femenino. Esta actividad se dividió en pasos para su desarrollo, presentados a continuación:

- 1) Preparación del escenario: el docente creó dos lecturas que explican el mecanismo de acción de la hormona levonorgestrel y acetato de medroxiprogesterona, dicha lectura estaba clasificada en roles que representan diferentes etapas del ciclo menstrual y las hormonas involucradas. Por ejemplo, el rol de la fase folicular, la fase ovulatoria, la fase lútea y la menstruación.
- 2) Roles y participantes: los estudiantes seleccionaron un papel específico en esta simulación, como ser una hormona particular (por ejemplo, estrógeno, progesterona, hormona luteinizante, hormona estimulante del folículo, etc.) o un componente del sistema reproductor femenino (ovario, útero, hipotálamo, etc.).
- 3) Interacción dinámica: Los estudiantes consultaron los respectivos roles el ciclo menstrual, interactuando entre sí en función de sus roles asignados. Se comunicaron y cooperaron para recrear los eventos hormonales y fisiológicos que ocurren en cada fase del ciclo.
- 4) Guion de roles: los estudiantes acordaron el orden en el que explicarían el rol de cada quién, de forma tal que pudieran que la explicación tuviera un hilo conductor. En esta parte, utilizaron los modelos de la fisiología humana para la explicación
- 5) Reflexión y discusión: Después de completar la simulación, se propuso una pregunta problema en dónde pudieran aplicar los contenidos aprendidos y utilizar las garantías de un argumento (los autores) para construir una respuesta desde la reflexión para la pregunta problema.

En esta sesión se trabajó la “E” de explorar en conjunto con elementos del Thinking Classroom como “¿Cómo formar grupos colaborativos?”, “¿Cómo disponer un aula 360°?”, “¿Cómo fomentar la autonomía?” (ver anexo 1: actividad III, pág. 22).

#### **Actividad IV: ¿Qué tiene que ver la química en todo esto? El puente entre el conocimiento macro y el conocimiento molecular.**

La cuarta actividad se desarrolló con la E de Explicar, con el objetivo de orientar a los estudiantes en el análisis y comparación de las diferentes posiciones espaciales de las moléculas en modelos de sistemas integrados de construcción espacial tipo casquete de esfera perforada del departamento de química, acompañado de una aproximación a la modelación en software de química computacional, con el fin de que determinen las garantías de un argumento que respalde la influencia de estas posiciones en la actividad biológica de las hormonas implicadas en la actividad enzimática.

Se proporcionó información a los estudiantes, respecto a cómo la interacción entre las hormonas anticonceptivas y las enzimas hepáticas podía proporcionar diferentes resultados en el actuar biológico de los anticonceptivos en cada organismo. Con esta indicación, los estudiantes utilizaron los modelos moleculares para interpretar datos generales en el campo de la química orgánica de las estructuras de las hormonas y las alternativas estereoquímicas de estas. Posteriormente, se realizó una aproximación a una modelación de interacción enzima-ligando a través del software AutoDock, en donde se evidenció el beneficio energético de un isómero u otro con respecto a una misma molécula. Estos datos permitieron comprender al estudiante, en términos enzimáticos, por qué la efectividad del consumo de anticonceptivos o, en consecuencia, el desarrollo de efectos secundarios leves o graves, lo que, a su vez, permitió determinar el calificador modal en la construcción de un argumento que involucrara aspectos microscópicos desde el saber químico y biológico en cuestiones socialmente activas (ver anexo 1: actividad IV, pág. 30 del anexo).

#### **Actividad V: Una actividad experimental en el entorno de laboratorio que posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica.**

La actividad cinco se propuso como una actividad experimental en el entorno de laboratorio el cual posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica bajo el enfoque del Reciprocal Peer Teaching in the Instrumental Analysis Laboratory orientado por Nicole y Dickson (2019) debido a que en el laboratorio de análisis instrumental se ha empleado en la enseñanza recíproca entre pares con el fin de que entre estudiantes pueda circular el conocimiento, lo que conlleva a comprender, mejorar, retener mejor los conceptos, mejorar la teoría, el diseño y los procedimientos operativos de los instrumentos. Ya que la diversidad de instrumentos plantea

un desafío para el laboratorio, debido a que los estudiantes deben retener una amplia gama de conocimientos, competencias y habilidades. La presente actividad fue dirigida por estudiantes para orientar a estudiantes, generando un ambiente diferente posibilitando una mejor comprensión y retención de los conceptos relacionados con la química analítica.

Para ello se presentó el método analítico como ejercicio didáctico de manera cualitativa, la técnica de HPLC respecto al funcionamiento y sus partes, con su posterior identificación de la hormona sintética Levonorgestrel presente en tabletas anticonceptivas, empleando el equipo Shimadzu SCL-10A. Mediante la adaptación del método conforme a la USP.

Para esta actividad se les proporcionó a los estudiantes información con el fin de establecer bases conceptuales y teóricas correspondientes al método de HPLC, en donde se abordaron temas en términos de números de platos teóricos, explicación acerca de la fase móvil y la fase estacionaria, elución Isocrática y elución gradiente, fase normal y fase reversa, límite de detección, límite de cuantificación, rango útil de trabajo, robustez, repetibilidad en donde se habló de la precisión, condiciones cromatográficas.

En las ilustraciones 13, 14 y 15 se indica los materiales, reactivos y procedimientos para la preparación de la muestra a partir de la pastilla anticonceptiva post-day; y condiciones cromatográficas para análisis de la muestra.

*Tabla 7. Materiales y Reactivos. Adaptado de la USP. Fuente propia.*

<b>Reactivos e insumos</b>	<b>Equipos</b>
Tabletas de Levonorgestrel (pastilla de emergencia)	HPLC- Shimadzu SCL-10A
Tableas de Levonorgestrel/ Etinilestradiol	Vaso de precipitado de 50 y 500mL
Acetonitrilo( $\geq 99,9\%$ ), Metanol( $\geq 99,9\%$ ), agua tipo HPLC	Ultrasonido: Lab-Line Instruments (model # 274360- serial No: 0602-0007).
Isooctano (99,5%)	Filtrado al vacío
Cloroformo (99,4%), Éter etílico (99,5%)	Evaporador con su matraz
Hidróxido de Sodio 1 N (98%)	Pipetas de 1, 3 y 5 mL
Sulfato de sodio anhidro (99%)	Centrifugador
	Matraz volumétrico de 200mL

**Diseño experimental-Valoración: Adaptado de la USP**

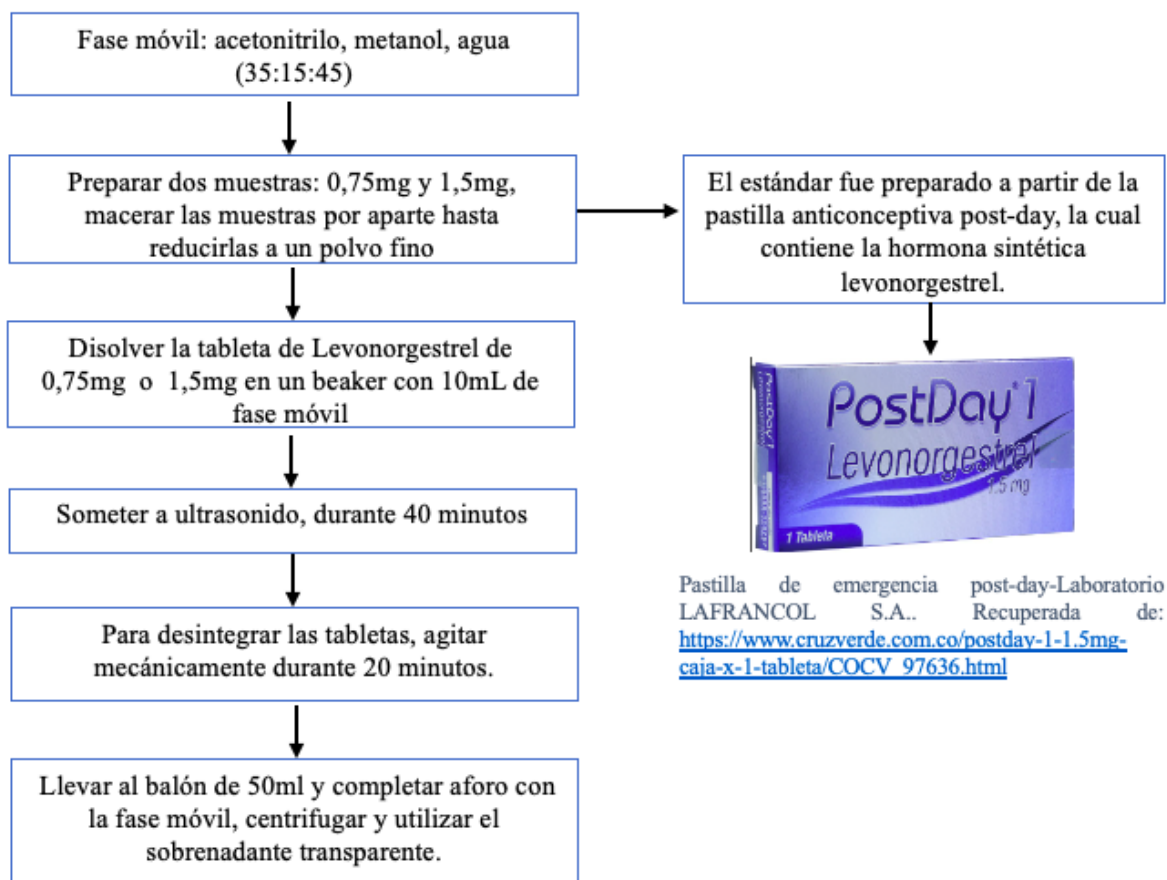


Ilustración 14. Procedimiento preparación muestra. Adaptado de la USP. Fuente propia.

Tabla 8. Condiciones cromatográficas para levonorgestrel. Adaptado de la USP. Fuente propia.

	Condiciones cromatográficas para Levonorgestrel
<b>Equipo</b>	Cromatógrafo Shimadzu SCL-10A
<b>Columna</b>	Premier C18-WP, 100*4,6mm 5um(tamaño de partícula)
<b>Velocidad de flujo</b>	1mL/min
<b>Modalidad</b>	Isocrática
<b>Longitud de onda</b>	215 nm
<b>Volumen de inyección</b>	20µL
<b>Fase Móvil</b>	Acetonitrilo, metanol, agua (35:45:15)
<b>Tiempo de retención</b>	Para levonorgestrel aproximadamente entre 0,7s y 1,5 minutos
<b>Tiempo de corrida</b>	3 minutos

En la ilustración 16, se muestra el cromatograma para el análisis de la muestra de la extracción de la hormona sintética levonorgestrel, se evidencia una única señal y por comparación con el blanco (fase móvil) como se evidencia en la ilustración 17, en donde se analizó bajo las mismas condiciones cromatográficas mencionadas en la ilustración 15. Se concluye que la señal a un tiempo de retención de 0,85 corresponde al levonorgestrel.

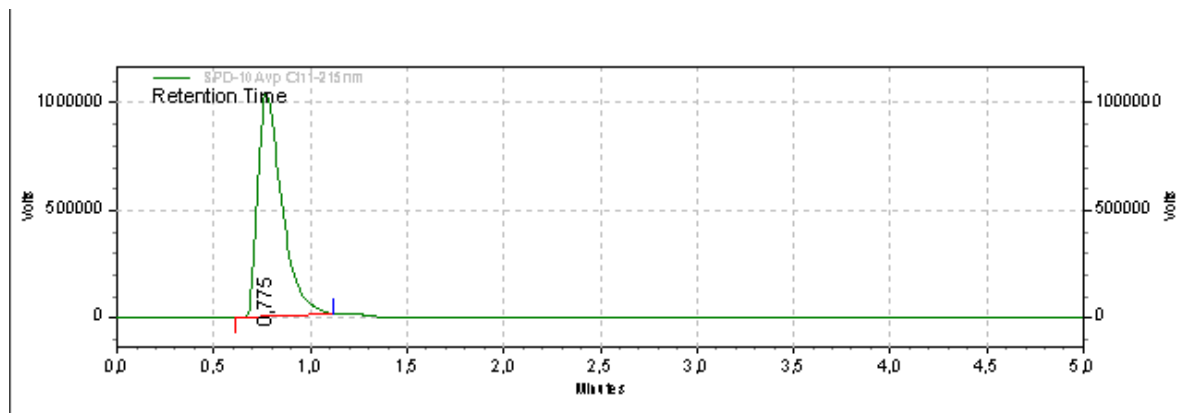


Ilustración 15. Reporte cromatograma para el estándar de levonorgestrel de 1,5mg -30 ppm

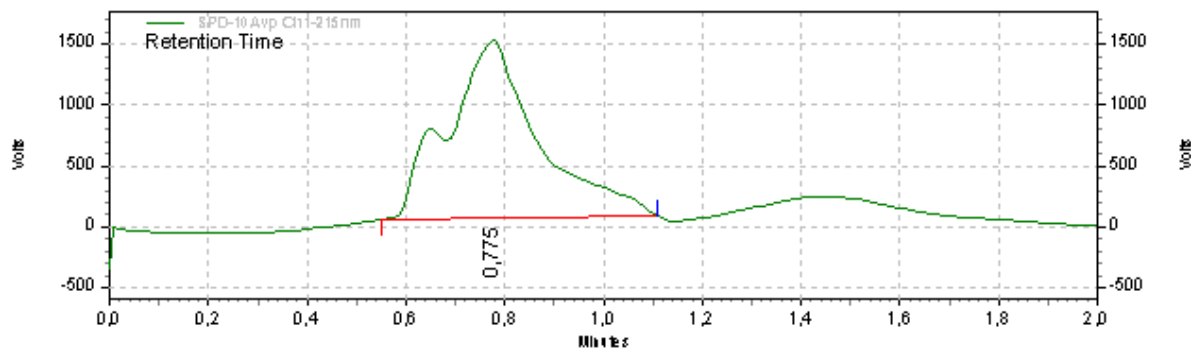


Ilustración 17. Reporte cromatograma para el Blanco (fase móvil). Fuente propia.

Tabla 9. Datos para la construcción de la curva de calibración para el estándar de Levonorgestrel de 1,5mg. Fuente propia.

ppm	Área	Duplicado	Triplicado	Promedio
0	0	0	0	0
2	58532	59243	57276	58350,333
5	92844	91024	91602	91823,333
15	245328	247938	241099	244788,333
30	449181	449106	441438	446575,000



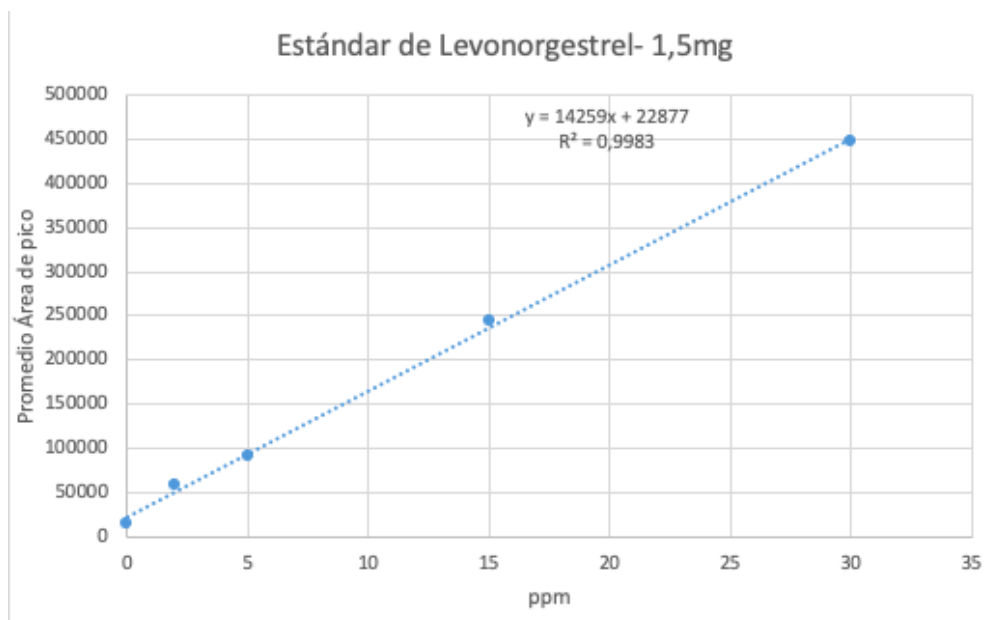


Ilustración 18. Curva de trabajo para estándar de Levonorgestrel de 1,5mg en 0,05mL (30ppm).  
Fuente propia.

Validación de atributos para el método de análisis de la hormona sintética Levonorgestrel por cromatografía HPLC partiendo de una extracción de las pastillas anticonceptivas, los atributos a validar en esta parte experimental son el límite de detección y cuantificación, rango, robustez, repetibilidad, selectividad, reproducibilidad, exactitud y precisión intermedia. El cual se preparó el estándar de acuerdo con como se muestra en la ilustración 14 de la siguiente manera: se parte de una pastilla anticonceptiva de 1,5mg se llevó a una solución de fase móvil de 50mL, según la Farmacopeya (2013) se asume que el levonorgestrel se encuentra en una proporción de no menos de un 98 por ciento con respecto a la pastilla, para el ejercicio analítico se asume este valor dado que no se tiene un estándar certificado.

$$\frac{1,5\text{mg Levonorgestrel}}{0,05\text{L fase móvil}} = 30\text{ppm}$$

A partir del estándar obtenida se realizó la curva y se estableció el rango útil de trabajo para en análisis de la hormona sintética levonorgestrel, como se presenta en la ilustración 17:

Se construyó la curva de calibración como se indica en la ilustración 17, obteniendo una ecuación de la recta con valores de  $y=14259x + 22877$  y un coeficiente de relación ( $R^2$ ).

Se estableció determinar los atributos del límite de detección, Límite de cuantificación y Rango útil de trabajo: Para realizar el cálculo del límite de detección y cuantificación, se realizaron diez mediciones con las mismas condiciones cromatográficas para el blanco en fase móvil como se muestra en la ilustración 15, se calculó la concentración como se muestra en la ilustración 18.

Límite de Detección y Cuantificación		
Medición	Área	Concentración
1	13897	-0,6298
2	19923	-0,2072
3	11612	-0,7900
4	12138	-0,7531
5	14267	-0,6038
6	15595	-0,5107
7	11631	-0,7887
8	20052	-0,1981
9	11445	-0,8017
10	12788	-0,7076
<b>Límite de Detección Teórico</b>	0,088	
<b>Límite de Cuantificación Teórico</b>	1,691	

$$G_{crit} = \frac{(n-1)t_{crit}}{\sqrt{n(n-2+t_{crit}^2)}}$$

Estadística Resumen	
PROMEDIO	-0,6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,229
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (S')	0,066
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-38,232
No. Datos	12

Test de Grubbs para valores atípicos	
Dato Menor	11445,0
Dato Mayor	20052,0
G Dato Menor	-49972,43
G Dato Mayor	87551,31
$\alpha$	0,05
Valor sig	0,0042
Grados de Libertad	11
tCrítico	3,208
G Crítico (95%)	2,208
Evaluación Dato Menor	Dato OK
Evaluación Dato Mayor	Dato Atípico

Ilustración 19. Hoja de Excel, cálculo del límite de detección y cuantificación para la hormona sintética levonorgestrel. Fuente propia.

Se obtuvo un valor del LD es de 0,08: Este dato proporciona una señal significativamente diferente de la señal del ruido de fondo, sirve para diferenciar el ruido del blanco de una muestra que contenga el analito como es el caso del levonorgestrel, el valor para el LC es de 1,69: hasta este valor se puede asegurar de manera teórica y realizar la cuantificación con las condiciones mencionadas anteriormente procedente del blanco (Fase Móvil). El rango útil de trabajo para el levonorgestrel se encuentra por encima del límite de cuantificación, para este laboratorio se seleccionó un rango entre 2 a 30ppm, estos valores se seleccionaron ya que 2ppm está por encima del valor de límite de cuantificación y 30 ppm, en realidad el límite superior busca que sea el doble del valor promedio de las muestras que se analizaron.

Para el caso de la linealidad como se puede observar en la ilustración 18 como se puede observar la curva tiene un alto coeficiente de relación entre los puntos, para realizar este parámetro se debe realizar un triplicado de cada punto de la curva, para este caso se realizó a partir de la ecuación de la recta y su coeficiente de relación ( $R^2$ ).

En cuanto al parámetro de robustez de la técnica no se realizó la verificación puesto que para el equipo refiriéndose en cuanto al manejo, las inyecciones, la preparación de las diferentes

muestras las realizaron las mismas personas, debido a que durante la corrida cromatográfica se realizó una elución isocrática en cuanto a la fase móvil (Acetonitrilo, Metanol, Agua) ya que la composición no cambio durante el análisis, un factor importante hablando en términos de robustez se hablaría en cuanto a la separación de compuestos ejemplo de ellos: columna en fase reversar con una composición de fase móvil de elución de gradiente cambiando los porcentajes entre agua y acetonitrilo.

Para hablar sobre el parámetro de veracidad, como lo cita IDEAM, (2020) en la parte de exactitud, esta estudia dos componentes que es la veracidad y precisión, para el presente laboratorio se realizo el parametro de veracidad con un estandar con una concentración de 10ppm fabricado a partir de la pastilla antincopectiva post-day, en donde por medio de la desviación estándar, el coeficiente de variación y el % de error relativo se evidencia este parámetro como evidenciado en la ilustración 20.

Veracidad estándar de 10 ppm									
Límite de Detección									
Medición	Resultado			Estadística Resumen					
1	10,438			PROMEDIO	9,992				
2	9,832			DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,455				
3	9,568			COEFICIENTE DE VARIACIÓN (S')	0,144				
4	9,346			COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4,556				
5	9,455			No. Datos	10				
6	9,818			Test de Grubbs para valores atípicos					
7	10,131			Dato Menor	9,346				
8	10,339			Dato Mayor	10,693				
9	10,298			G Dato Menor	1,42				
10	10,693			G Dato Mayor	1,54				
				$\alpha$	0,05				
				Valor sig	0,0050				
				Grados de Libertad	9				
				tCrítico	3,250				
				G Crítico (95%)	2,091				
				Evaluación Dato Menor	Dato OK				
				Evaluación Dato Mayor	Dato OK				
Promedio	9,99								
Desviación Estándar	0,4552	PRECISIÓN							
No. De Mediciones	10								
%Coeficiente Variación	4,5559	PRECISIÓN							
%Error Relativo (b%)-sesgo	0,080	EXACTITUD							
% Recuperación (%R)	99,92								

Ilustración 20. Hoja de Excel para el cálculo de la veracidad en el estándar de 10ppm de levonorgestrel. Fuente propia.

Por otra parte para hablar en cuanto al parámetro de Repetibilidad se debe tener en cuenta que este parámetro incluye otros como: precisión intermedia y reproducibilidad del método, en el presente trabajo se habla de precisión intermedia porque el ejercicio de laboratorio fue realizado por siete grupos, sin embargo en cuanto a la preparación y el manejo de la muestra no fue el más adecuado y tampoco se realizó duplicados de las muestras en el laboratorio por tiempos, por otra parte en cuanto al parámetro de reproducibilidad se encontraron diferentes alturas de picos ya que

como se menciono anteriormente los estudiantes no tuvieron un adecuado manejo para la muestra. No obstante es importante dar cuenta que un método se debe encontrar y desarrollar con la menor cantidad de errores sistematicos.

Por último en cuanto al parámetro de selectividad de acuerdo con Oficiales (2018) el método con las condiciones cromatográficas mencionadas en las ilustraciones 16 y 17, estos cromatogramas permitieron realizar la cuantificación del analito de interes el cual es el levonorgestrel en el pastilla anticonceptiva post-day, la cual contiene el progestágeno levonorgestrel utilizado como hormona sintética anticonceptiva como se evidencia en la ilustración 15 la cual corresponde a la muestra preparada de 1,5mg de levonorgestrel en 50mL obteniendo una concentración de 30ppm.

Esta actividad se trabajó bajo la metodología de E de Elaborar con la cual se buscó que los estudiantes construyeran el sustento para la elaboración de un argumento que respondiera el siguiente problema:

**¿Cómo la relación entre los picos cromatográficos y la concentración de la hormona presente en los anticonceptivos de emergencia puede explicar los efectos producidos por el consumo de esta pastilla?**

### **7.3.3 Fase de evaluación**

#### **Actividad VI: la evaluación final**

Esta última actividad consistió en identificar los diferentes niveles de las habilidades argumentativas que los licenciados en formación desarrollaron al finalizar la aplicación de la secuencia didáctica sobre métodos anticonceptivos.

En clase se presentó una investigación que se difundió a través de las redes sociales (ver anexo 1: actividad VI, pág. 52 del anexo), la cual relacionó la depresión con el uso de anticonceptivos hormonales. Con esta información, se les solicitó a los estudiantes que diseñaran un ensayo argumentativo en el que expresaran cómo el consumo de estos fármacos desencadenaba este tipo de reacciones en el organismo y qué aspectos a nivel macro, meso, atómico-molecular y simbólico considerarían en la prevención de estos efectos secundarios del consumo de anticonceptivos. Los parámetros para la construcción de este ensayo están especificados en el anexo1: actividad VI, código QR de la página 53 del anexo).

Los datos recopilados a través de este instrumento fueron sometidos a un análisis del discurso que abarcó varios aspectos fundamentales. Se consideraron la comprensión del mecanismo de acción, los efectos adversos en la salud y los conceptos químicos vinculados con el enfoque central

de este estudio. Además, se llevó a cabo la transcripción de estas características de los métodos anticonceptivos estudiados a diferentes niveles, todo ello relacionado con la estructuración de un argumento científico bajo los criterios según Toulmin.

Para llevar a cabo este proceso, se empleó Iramuteq, un software de uso libre cuyas siglas significan en el idioma original, el Francés “*Interface de R pour les Analyse Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*” el cual Salviati, (2017), Camargo y Justo (2013) caracterizan como una herramienta la cual realiza análisis de léxico de un material textual dividiendo el texto analizado y presentándolo en clases jerárquicas o comunidades léxicas, identificadas a partir de los segmentos que comparten un mismo vocabulario, permitiendo al investigador conocer objetivamente su contenido y poder inferir relaciones para la interpretación de la información a través del análisis textual discursivo como lo cita Velasco y Oliver (2023).

Los resultados obtenidos serán contrastados con los criterios establecidos en una rúbrica de evaluación cualitativa previamente avalada por expertos, exactamente por una Doctora y Magister en educación, Especialista en Educación Ambiental y una Magister ciencias químicas, con énfasis en síntesis de compuestos heterocíclicos.

Con esta rúbrica fue posible medir la comprensión del contenido disciplinario en diferentes niveles, abarcando desde una perspectiva macroscópica hasta una microscópica y simbólica. Esto se llevó a cabo con relación a los diferentes niveles de acuerdo con Toulmin sobre la habilidad argumentativa de los estudiantes, específicamente en el contexto de los anticonceptivos hormonales.

## **8. Resultados y análisis**

La propuesta se aplicó en el curso Énfasis didáctico I “Didáctica de la Bioquímica del Ejercicio” de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional. La población de estudio se conformó por 17 estudiantes quienes cursaban octavo y noveno semestre del programa en química mencionado previamente. Esta población fue seleccionada por tres razones particulares; inicialmente se evitó problemas legales por cuestiones familiares, creencias o estilos de crianza en el tema de la sexualidad que se imparte en los estudiantes de educación media, ya que los estudiantes de educación superior, quienes ya cumplieron la mayoría de edad, son conscientes de establecer un criterio personal para identificar que el tema abordado en la investigación no promueve el uso o desuso de algún método anticonceptivo en particular, sino que la información obtenida a través del desarrollo de la secuencia, es netamente explicativa e informativa. En segundo lugar, era necesario que la población tuviera un nivel avanzado en algunos conceptos disciplinares en el contexto de la química orgánica, la bioquímica y la química analítica relacionados con la temática central de la investigación, los métodos anticonceptivos hormonales. Finalmente, el programa propuesto para el segundo semestre del año 2023 en el curso de énfasis didáctico I, estaba relacionado con el estudio del metabolismo en el organismo.

### **8.1 Fase Diagnóstica**

#### **8.1.1 Circulo Tejido**

La etapa de implementación de la propuesta de investigación se inició con la caracterización de las ideas y habilidades argumentativas que evidencia la población de estudio con relación a los métodos anticonceptivos hormonales. En esta actividad los estudiantes hicieron un círculo alrededor del aula de clases y utilizando una lana se iba rotando de persona en persona mencionando un concepto relacionado con los métodos anticonceptivos hormonales de acuerdo con una pregunta orientadora. Para tener un mayor y más preciso alcance de la información, se aplicaron los instrumentos previamente diseñados y validados por expertos (ver anexo 1) en los cuales se preguntaba generalidades sobre anticonceptivos y los conceptos previos necesarios para desarrollar la investigación.

Con la actividad del círculo tejido se utilizó la “E” de enganchar ya que se buscó llamar la atención de los estudiantes hacia el tema. Además, se dieron los primeros pasos en la aplicación de un aula 360° como lo propone Liljedahl, (2021) en la construcción de aulas de pensamiento.

La pregunta central de esta actividad fue “¿Qué crees que deberíamos saber y entender como sociedad sobre métodos anticonceptivos para asegurarnos de construir argumentos informados y responsables en relación con nuestra salud sexual y reproductiva?”

En las respuestas de los estudiantes del curso de énfasis didáctico se encontraron concepto como:

*“Prevención, Reguladores, Transformadores, Ovario, Creación, Higiene, Efectos secundarios, Seguridad, Educación, Creación, Cambios, Estrógenos, Desequilibrio, Riesgos, Tabús, Ligadura de trompas, Ciencia, Embarazos no deseados, Desigualdad, Decisiones, Ciclo menstrual, Andrógenos, Enfermedades de transmisión sexual, Desinformación, Post-day, Dependencia, Jadelle, Presión social, Aborto, Pastillas, Trastornos emocionales Moral, Comunicación”.*

Las palabras proporcionadas por los estudiantes en esta actividad resaltan cuatro ítems importantes para mencionar en el análisis.

En términos del conocimiento general las palabras mencionadas demuestran que los estudiantes tienen un entendimiento sobre algunos métodos anticonceptivos hormonales, ya que se mencionan conceptos específicos como "Jadelle," "Ligadura de trompas," "Andrógenos," y "Estrógenos," lo que indica que están familiarizados con diferentes tipos de métodos anticonceptivos.

Con respecto al tema de prevención y salud, la presencia de palabras como "Prevención," "Higiene," "Seguridad," y "Educación" sugiere una reflexión de la importancia de estos métodos en la prevención de embarazos no deseados y las enfermedades o infecciones de transmisión sexual. También, la palabra "Moral" hace referencia a una consideración de aspectos éticos y responsabilidades personales en la toma de decisiones relacionadas con la salud sexual. En este sentido, expresiones como "Efectos secundarios," "Desequilibrio," "Riesgos," y "Trastornos emocionales" reflejan la percepción de que los métodos anticonceptivos hormonales pueden tener efectos adversos o desafíos asociados. Esto indica una comprensión de que no todos los métodos son adecuados para todas las personas y que es importante considerar algunos factores al elegir un método.

Algunos términos como "Desigualdad," "Aborto," "Presión social," y "Enfermedades de transmisión sexual" señalan que la conciencia de la toma de decisiones sobre anticoncepción está influenciada por factores sociales, de género y culturales. Esto resalta la necesidad de abordar cuestiones más amplias en relación con la salud sexual y reproductiva.

Finalmente, palabras como "Desinformación" destaca un reconocimiento que existe falta de conocimiento y educación en la sociedad sobre métodos anticonceptivos hormonales. La palabra "Comunicación" puede sugerir la importancia de discutir estos temas de manera abierta y precisa para abordar esta desinformación.



*Ilustración 16. Circulo tejido*

### **8.1.2 Prueba Diagnóstica Anticonceptivos**

Con el fin evitar especulaciones entre las palabras mencionadas en la actividad integradora y los análisis de la investigación, se realizó un cuestionario de preguntas abiertas para permitir que los estudiantes expresaran lo que conocían acerca de los anticonceptivos hormonales, clasificación, composición hormonal, ventajas, desventajas o contraindicaciones del consumo de la pastilla de emergencia.

Estas respuestas se analizaron con el software Iramuteq el cuál proporciona, entre sus distintas herramientas, una en particular que elabora una nube de palabras en dónde se puede encontrar una relación directamente proporcional entre la cantidad de veces que se repite una palabra y el tamaño de esta en la nube.

#### **Pregunta 1.**

*¿Qué métodos anticonceptivos conoces? Clasifícalos en hormonales y no hormonales*





Ilustración 17. Nube de palabras de anticonceptivos. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq

La ilustración 17 muestra que un gran número de estudiantes conocen el Jadelle (15 de 17), la ligadura de trompas (10), la T de cobre (13), el preservativo (8), la vasectomía (8) o la inyección (14) como métodos anticonceptivos hormonales y no hormonales. Por otra parte, una menor cantidad de estudiantes hace referencia a métodos como el anillo vaginal (1) , el DIU (2) o el coito interrumpido (1).

Aunque el software no permite diferenciar si clasificaron los métodos anticonceptivos entre hormonales y no hormonales, se citarán algunos ejemplos aleatorios de las respuestas de los estudiantes dónde se realiza la clasificación.

### Estudiante 3

*“Hormonales: Post-Day, Dispositivo del brazo, dispositivo T. No Hormonales: Condomes (masculinos y femeninos), vasectomía, ligadura de trompas”.*

### Estudiante 7

*“Hormonales: inyección mensual, Jadelle, postday, pastillas anticonceptivas. No hormonales: T de cobre, preservativo”.*

### Estudiante 16

*“Jadellel, T, pastillas de planificación, inyecciones (hormonales) Ligaduras, vasectomía, preservativo. (no hormonales)”.*

La información presentada en cuanto al conocimiento general de los estudiantes acerca de los métodos anticonceptivos hormonales o no hormonales fue corroborada con mayor precisión utilizando este instrumento. Sin embargo, se reconoce que incluyen algunos métodos como el coito interrumpido o la pastilla de emergencia como mecanismos de anticoncepción.

### **Pregunta 2.**

*¿Conoces el nombre de las hormonas sintéticas las cuales son el principio activo de los métodos anticonceptivos hormonales? Menciona cuales conoces*



*Ilustración 18. Nube de palabras sobre hormonas anticonceptivas. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq*

Un 64,7% de los estudiantes no determinó cuales son las hormonas sintéticas utilizadas en los métodos anticonceptivos hormonales ya que “conocer” hace referencia a respuestas como “No conozco” en la programación del software Iramuteq. Esto sugiere que hay un déficit de conocimiento general en este tema.

Algunos estudiantes mencionaron el levonorgestrel (23,5%), lo que indica un conocimiento parcial de las hormonas utilizadas en estos métodos, ya que ninguno mencionó compuestos como acetato de medroxiprogesterona, el cual es el principio activo de la inyección mensual.

Se observa que la mención de etinilestradiol (11,76%) y los diferentes progestágenos es mucho menos común. Esto puede reflejar una falta de conciencia sobre la composición exacta de los anticonceptivos hormonales. Por otra parte, la aparición de respuestas como "supresor" “antimogestrel" o "inhibidor"(5,88%) sugiere un malentendido en cuanto a la terminología utilizada en relación con los anticonceptivos hormonales.

Este análisis se puede contrastar con la investigación de Blanco y Vargas, (2022) cuyos resultados demuestran que la población de estudio parcialmente “conocen las hormonas que contienen el anticonceptivo que emplean. son pocas con un 26,1%, entre estas composiciones están

drospirenona/etinilestradiol, dienogestrel/etinilestradiol y levonorgestrel/etinilestradiol. El restante 73,91% no conocen su composición”. (pág 45) Esta desinformación se produce debido a que la responsabilidad de la gestión en la educación sanitaria al momento de la dispensación de los anticonceptivos en los establecimientos farmacéuticos minoristas (droguerías) es del personal farmacéutico (auxiliares en regencia de farmacia, tecnólogos en regencia de farmacia y químicos farmacéuticos) debido a que más del 80% de las usuarias acceden a anticonceptivos en estos establecimientos sin contar con alguna orientación previa sobre las sustancias que están consumiendo (pág 48).

### Pregunta 3.

*Describe qué conoces sobre mecanismos de acción, efectos secundarios, ventajas o desventajas de los métodos anticonceptivos hormonales mencionados en la respuesta dos.*



Ilustración 19. Nube de palabras de efectos secundarios. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq

El análisis de las respuestas de los estudiantes revela que el conocimiento sobre los métodos anticonceptivos hormonales es variable y a menudo limitado. Aunque los estudiantes mencionan una serie de términos relacionados con los efectos secundarios, es evidente que existen vacíos significativos en su comprensión. Se observa que los estudiantes mencionaron con mayor

frecuencia los efectos secundarios, como el acné (7), el aumento o la disminución de peso (5), y las náuseas (1). Esto podría indicar que tienen una mayor conciencia de los posibles efectos negativos de los métodos anticonceptivos hormonales en lugar de sus mecanismos de acción o ventajas.

#### **Pregunta 4.**

*¿Qué recomendaciones o contraindicaciones conoces sobre la pastilla de emergencia?*



*Ilustración 20. Contraindicaciones o recomendación de la pastilla de emergencia. Fuente propia. Elaborado en Iramuteq*

Los resultados muestran que los estudiantes conocen varios aspectos claves que están relacionados con este método. La frecuente repetición de palabras como "hormonal," "ciclo menstrual," "alteración," "cuerpo," y "carga" sugiere una preocupación generalizada por los posibles efectos secundarios hormonales, alteraciones en el ciclo menstrual y otros efectos en el cuerpo. La repetición de términos como "embarazo" y "salud" indica que los estudiantes reconocen la utilidad de la pastilla de emergencia en situaciones de riesgo de embarazo y su posible impacto en la salud. Además, la mencionada conciencia sobre "anticonceptivo" y "levonorgestrel" refleja su comprensión del componente activo y su función como método anticonceptivo de emergencia.

En términos generales, los hallazgos de estas pruebas diagnósticas subrayan la necesidad de enriquecer la educación relacionada con los métodos anticonceptivos hormonales. Es de notar que, en ninguna de las participaciones descritas en el círculo tejido, ni en la prueba escrita, los estudiantes aportan análisis que contemplen aspectos de naturaleza en el campo de la química como las interacciones moleculares entre enzimas y ligandos hormonales, a pesar de que la enzima

CYP3A4 se encuentra mencionada en las indicaciones impresas de los anticonceptivos hormonales. Además, se omite la consideración de otros órganos implicados en el mecanismo de acción, tales como el hipotálamo, la hipófisis y el útero. Asimismo, no se hacen referencias a hormonas cruciales en el proceso anticonceptivo, como las gonadotropinas, la hormona luteinizante y la hormona folículo estimulante. La ausencia de alusiones a conceptos atómico-moleculares inherentes a las moléculas, tales como grupos funcionales constituyentes o la estereoisomería que juega un papel en su interacción biológica, también se destaca como un punto de atención en el nivel de comprensión de los estudiantes.

Según Jodelet, (1986), “las personas conocen la realidad que les circunda mediante explicaciones que extraen de los procesos de comunicación y del pensamiento social. Las representaciones sociales sintetizan dichas explicaciones y, en consecuencia, hacen referencia a un tipo específico de conocimiento que juega un papel crucial sobre cómo la gente piensa y organiza su vida cotidiana: el conocimiento del sentido común” (pág 473).

Desde el punto de vista de Beltran y Garay, (2016), se puede interpretar que las personas tienden a tener un pensamiento social en lugar de científico sobre los anticonceptivos debido a las representaciones sociales. Estas representaciones son formas de construcción y simbolización del pensamiento con las que las personas abordan la realidad. La sexualidad es una dimensión del ser humano que está influenciada por dichas representaciones tanto a nivel personal como en comunidad, organizadas en estructuras mentales individuales y colectivas. Estas representaciones son compartidas culturalmente y contribuyen a formar una visión común en un grupo, siendo el diálogo entre los sujetos el espacio donde se producen y se intercambian estas representaciones, lo que influye en cómo la sociedad comprende los anticonceptivos, a menudo basándose en creencias o valores en lugar de la postura científica.

En virtud de lo anterior, es importante avanzar hacia una formación más profunda y precisa en estos temas para fortalecer a los estudiantes con una comprensión clara y concisa sobre los aspectos bioquímicos y fisiológicos que respaldan la efectividad de los anticonceptivos hormonales. Los estudiantes podrían beneficiarse de una mayor comprensión de los componentes químicos de estos métodos, así como de los mecanismos exactos por los cuales funciona.

### ***8.1.3 Prueba Diagnóstica Disciplinar***

Con esta última prueba, se buscó reconocer si los estudiantes comprendían los conceptos disciplinares necesarios para abordar la temática. Las preguntas estuvieron dirigidas al

reconocimiento de grupos funcionales, la identificación de moléculas y la percepción sobre el uso de diferentes técnicas analíticas en la caracterización cualitativa de hormonas como el levonorgestrel. En este último apartado, se buscó más allá de identificar si los estudiantes conocen o no respecto a las técnicas de análisis químico, identificar qué elementos utilizan en la construcción de un argumento; ya que se les solicitará no solo que seleccionen la técnica que consideren pertinente, sino que expliquen por qué.

### Pregunta 5.

*De acuerdo con tus conocimientos en química orgánica, establece diferencias a nivel estructural, de posición, grupos funcionales y configuraciones estereoquímicas de las siguientes moléculas, ¿son isómeros?*

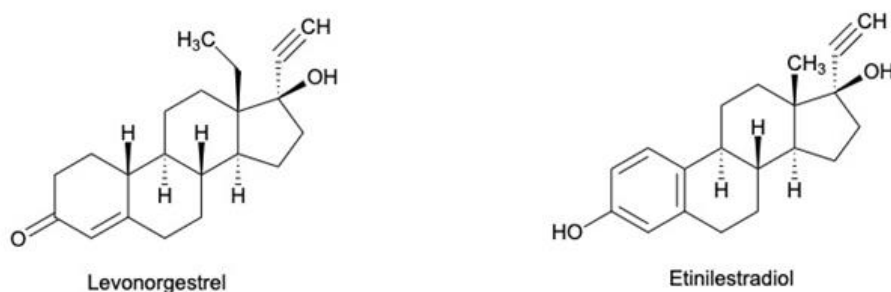


Ilustración 21. Estructuras de los anticonceptivos sintéticos Levonorgestrel y Ethinylestradiol. Diseñado en ChemDraw. Fuente propia.

A continuación, se citarán algunos ejemplos aleatorios de las respuestas de los estudiantes en dónde se realizará la clasificación, debido a que el software no permite diferenciar entre las dos hormonas desde la química orgánica,

#### Estudiante 1

*“Son isómeros en cuanto a que tienen la misma cantidad de elementos, pero su estructura es distinta. se pueden notar las diferencias asociadas, por ejemplo, a los grupos funcionales que las conforman. En el caso del levonorgestrel, se observa la presencia de un grupo carbonilo, mientras que, en el etinilestradiol es un grupo alcohol, o fenol. La posición de algunos elementos cambia entre ambas estructuras, por ejemplo, en el caso de los carbonos e hidrógenos, sobre todo.”*

#### Estudiante 4

*“No son isómeros porque deberían tener los mismos grupos funcionales en algunas posiciones, por otro lado, se puede evidenciar que en la estructura de la izquierda hay un grupo carbonilo como extremo y en el etinilestradiol hay un grupo hidroxilo esto también interviene en*

*la resonancia que presenta el ciclohexano ya que el grupo cetona no permite dicha resonancia dentro del anillo. también hay un pequeño cambio en un sustituyente que no es un metil si no etil.”*

**Estudiante 10**

*“El levonorgestrel tiene un grupo carbónico en el ciclo hexeno y también Posee un grupo metileno CH<sub>2</sub> adicional en el carbono que une al ciclo hexano con el ciclo pentano de igual forma se puede evidenciar entre los ciclos hexanos conjuntos tienen una simetría entre los hidrógenos de forma que dan una estructura cis. el etinilestradiol en lugar de un ciclo hexeno hay un anillo aromático que posee un sustituyente hidroxilo o alcohol al estar dicho anillo no existe presencia de dos grupos Cis sino que solo se observa un grupo trans.”*

**Estudiante 15**

*“En estructura podrían ser isómeros el Levonorgestrel tiene: tres ciclos Hexa y uno Penta, además en el carbono dos del ciclo Penta tiene un etil, posee un doble enlace dentro del ciclo Hexa, y un doble enlace a un Oxígeno. Etinilestradiol: posee un fenol, unido a dos ciclos Hexa y uno Penta y tiene un grupo metil en el carbono dos. ambas estructuras tienen un grupo alquino (triple enlace).”*

**Estudiante 17**

*“En cuanto a diferencias estructurales uno presenta un grupo fenol (etinilestradiol) el otro en cambio presenta grupo cetona con un ciclo, además de un grupo metil extra en la estructura. no son isómeros.”*

En términos generales, se observa que los estudiantes 1, 10 y 16 demuestran un reconocimiento de las diferencias estructurales, grupos funcionales y configuraciones estereoquímicas presentes en las moléculas de Levonorgestrel y Etinilestradiol. Sin embargo, no todos llegan a la conclusión definitiva acerca de si las estructuras son isómeros o no. Por otro lado, los estudiantes 4 y 17 son enfáticos al afirmar que no son isómeros, aunque sus respuestas carecen de una justificación más detallada.

Estas respuestas indican que los estudiantes poseen una base teórica en química orgánica y demuestran un entendimiento sobre las estructuras moleculares de los anticonceptivos. Por lo tanto, puede ser apropiada avanzar en la discusión, centrándose en aspectos relacionados con las estereoisomería de los anticonceptivos, así como en las propiedades polares y no polares de las

estructuras del Levonorgestrel y Etinilestradiol, con el objetivo de profundizar en el tema y mejorar el dominio conceptual y su comprensión.

**Pregunta 5.**

*De acuerdo con las siguientes técnicas analíticas ¿Cuál crees que es la más viable para identificar y determinar de forma cualitativa los métodos anticonceptivos sintéticos como el Levonorgestrel y el Etinilestradiol?*

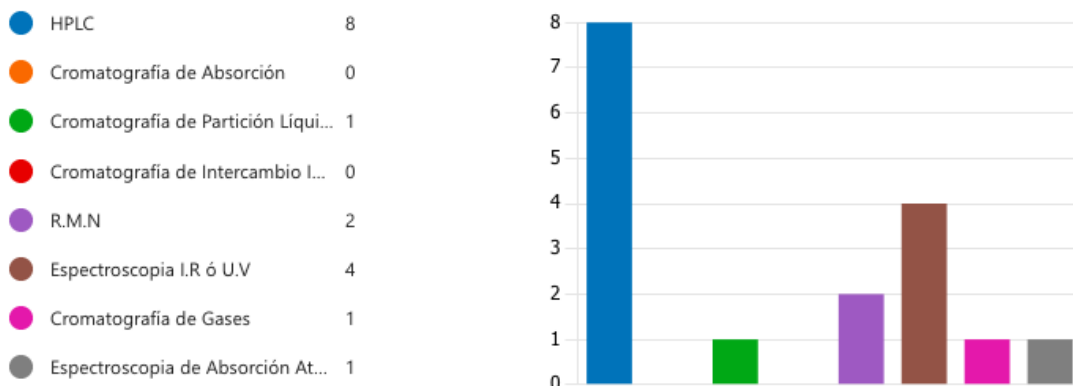


Ilustración 22. Resultados pregunta 5. Fuente propia. Elaboración en Forms.

**Estudiante 2**

*“HPLC permite la separación de componentes como el Levonorgestrel de la pastilla de la emergencia, ya que esta aparte de contener esta hormona, contiene muchos más compuestos como ibuprofeno, por lo que la técnica de HPLC permite extraer el componente a analizar.”*

**Estudiante 7**

*“Con esta técnica de HPLC se puede realizar la separación de los componentes dado que por lo general vienen envueltos con otros componentes, además de ello permitiría cuantificar el respectivo componente”.*

**Estudiante 8**

*“Es una de las mejores técnicas porque identifica y cuantifica componentes de un analito desconocido a través de una fase móvil que es gaseosa y una fase estacionaria que tiene cierta afinidad por la columna, la muestra pasa por el horno llega al detector y con base en los datos del software hace la lectura y la traducción mostrando unos pocos que deben coincidir con grupos funcionales esperados.”*

**Estudiante 11**



*“Si se cuenta con el patrón se puede hacer una comparación cualitativa y así identificar los anticonceptivos.”*

**Estudiante 12**

*“Porque la cromatografía HPLC tengo entendido se realiza con muestras líquidas y pues se trabajan patrones.”*

**Estudiante 14**

*“Esta técnica permite mediante una extracción de esta hormona comparar por medio de un estándar la presencia de levonorgestrel en los métodos anticonceptivos, sin embargo, cuando no sé tiene un estándar es mejor escoger el anticonceptivo que tenga mayor concentración de esta hormona y que no tenga muchos componentes que afecten el resultado, de este modo se identificaría la presencia de levonorgestrel en la Postday.”*

Se puede apreciar que ocho de los 17 estudiantes argumentan a favor del HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) debido a su capacidad para realizar la separación de diferentes componentes, especialmente las mezclas complejas como en el caso del fármaco de la pastilla post-day que contiene en su mayoría el progestágeno Levonorgestrel que puede contener múltiples compuestos. Es importante destacar que el método analítico RMN generalmente se usa en combinación con técnicas de separación como el HPLC para el análisis de muestras complejas. Sin embargo, se evidenció que los estudiantes desconocen el concepto y la técnica en general debido a que los argumentos se encuentran estructurados a partir de experiencias personales o creencias. No se mencionan autores los cuales garanticen la solidez del argumento ni realizan contraposiciones en cuanto a los diferentes métodos analíticos mencionados en la prueba de entrada.

Este análisis se puede explicar desde la perspectiva de Molina, (2012), quien cita que “aunque la argumentación y el debate son comunes y centrales en la ciencia, todavía están ausentes de las prácticas del aula. El discurso áulico está ampliamente dominado por monólogos de parte de los profesores, con poca oportunidad para que los estudiantes se involucren en argumentaciones dialógicas (Duschl y Osborne, 2002). En gran medida, en el estado actual de las clases de ciencia, la palabra del profesor se valora y la palabra del estudiante típicamente se desalienta” (pág 555).

## **8.2 Fase de desarrollo**

### ***8.2.1 Una visión macroscópica de los anticonceptivos hormonales por medio del aprendizaje con grupos colaborativos***

En un segundo encuentro, se les presentó a los estudiantes una situación problema, se organizaron grupos aleatoriamente colaborativos en dónde se les proporcionó un conjunto de pistas que describían a nivel macroscópico los métodos anticonceptivos hormonales, de barrera y de emergencia.

Alrededor del aula se colocaron imágenes alusivas a la representación de los anticonceptivos que se encuentran en el mercado y las hormonas que son el principio activo de cada uno de estos. Los estudiantes trabajaron en equipo para descifrar el anticonceptivo que correspondía a las pistas dadas, además, practicaron algunos ejercicios de química como la determinación de la fórmula molecular, cálculo de la masa molar, conteo de átomos e identificación de grupos funcionales presentes en los estrógenos y progestágenos. Posteriormente, cuando cada equipo relacionó las pistas con el método anticonceptivo, uno de los integrantes debía rotar por los demás equipos de manera tal que coleccionará la mayor cantidad de información sobre los demás métodos anticonceptivos, su trabajo era traer la información nuevamente a su equipo, mientras que los demás miembros tenían la tarea de compartir la información del anticonceptivo específico en cada mesa (Ver anexo 1 actividad 2).



*Ilustración 23. Grupos colaborativos. Fuente propia*

Terminada la actividad, se solicitó realizar un resumen de lo aprendido en esta sesión para posteriormente responder a la pregunta problema propuestas en esta clase. Por su parte, el hecho de estar concentrados en atender a la información de los compañeros, sin necesidad de transcribir

el contenido de un tablero, como suele verse en la educación tradicional, al finalizar la clase los estudiantes compartieran resúmenes muy completos respecto a lo que se había realizado. Además, tuvieron la oportunidad de consultar y profundizar en algunas características, fomentando el trabajo autónomo tal como lo describe uno de los parámetros del Thinking Classroom.

Fue evidente el desarrollo de la “E” de elicitar ya que los estudiantes participaron activamente construyendo en equipo organizadores gráficos comparativos de los tipos de métodos anticonceptivos para facilitar la explicación de estos a los demás compañeros al momento de rotar en el aula, a medida que se les proporciona la idea central sobre el tema, relacionando el contenido con su conocimiento previo.

En lo que concierne a la resolución de la pregunta problema, se plantearon dos cuestionamientos para esta sesión, con la instrucción de construir un solo argumento que incluyera las condiciones de refutación acordes al modelo propuesto por Toulmin (2003), tal como se explicó al inicio de la actividad. A continuación, se describirán los resultados utilizando la herramienta de análisis de similitud proporcionada por el software Iramuteq.

**Pregunta problema.**

*Describe los criterios clave que utilizarías para diferenciar y caracterizar cada uno de los métodos anticonceptivos. ¿Cómo podrían estos criterios influir en la elección informada de un método anticonceptivo por parte de las personas?*

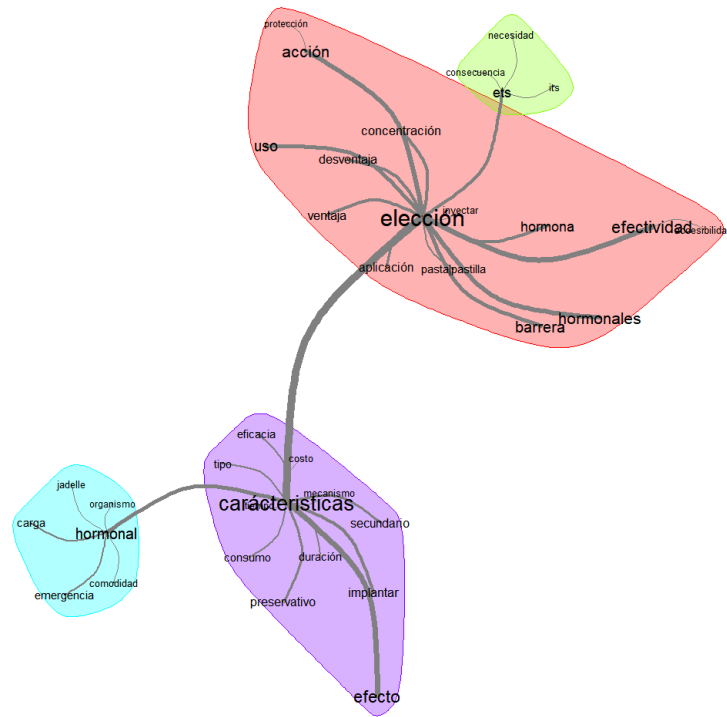


Ilustración 24. Gráfica de similitud, actividad II. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq

El análisis de las respuestas de los estudiantes revela una división en dos categorías principales en relación con los criterios para diferenciar y caracterizar los métodos anticonceptivos, así como los factores que influyen en la elección de estos métodos. En la primera categoría, que se centra en las características que distinguen los anticonceptivos, se observa que un grupo significativo de estudiantes (10 de 17) se enfoca en si el método es hormonal o no, además de considerar la carga o concentración de hormonas, la comodidad y la relación con el organismo. Esto sugiere que el factor hormonal es crucial en la elección de un método anticonceptivo para muchos. Además, se mencionan criterios secundarios como el mecanismo de acción, el costo, el tiempo o duración en el organismo, la eficacia y los efectos secundarios. Los ejemplos concretos, como el jabelle o el preservativo, brindan claridad a estos criterios.

En la segunda categoría, relacionada con los criterios para la elección informada de los anticonceptivos, los estudiantes consideran las ventajas, desventajas y la distinción entre anticonceptivos hormonales y de barrera. También se tiene en cuenta el mecanismo de acción, la efectividad y la protección contra enfermedades de transmisión sexual (ETS) o infecciones de transmisión sexual (ITS). Lo más notable en estas respuestas es la atención a las necesidades individuales de las personas o de las parejas, lo que demuestra un enfoque más personalizado y

sensible a las condiciones específicas de cada organismo en las que actuará el anticonceptivo. En consecuencia, conceptos como mecanismos de acción, necesidades y organismo, evidencian un cambio en la discusión, pasando de la mera descripción de los métodos anticonceptivos a considerar cómo se adaptan a las necesidades y circunstancias únicas de quienes los utilizan. Asimismo, se empieza a distinguir en cómo se fórmula un argumento de acuerdo con el modelo de Toulmin, utilizando particularmente las condiciones de refutación para darle mayor solidez a las ideas presentadas.

Se citará casos particulares que favorecen los resultados de esta investigación.

#### **Estudiante 1**

*“Los criterios son importantes, ya que, informan y ayudan a la elección el método anticonceptivo que más que acople a tu ritmo de vida, tus hábitos, factor económico y efectos secundarios. Por ejemplo, yo usaría el Jadelle a menos que tuviera problemas en la tiroides y no pueda usar un método Hormonal, teniendo en cuenta lo anterior, lo más efectivo, sano y "mejor" para mí y mi cuerpo, sería planificar con la T de cobre ya que esta no es Hormonal”.*

#### **Estudiante 13**

*“Generalmente cuando se dan charlas informativas respecto a los métodos anticonceptivos se tienen en cuenta aspectos muy superficiales sobre sus posibles efectos secundarios, por lo que la mayoría de personas que utilizan algún método anticonceptivo no se cuestiona sobre lo que se le está administrando al organismo y su decisión está principalmente inclinada a la comodidad asociada a cada persona, por ejemplo la pastilla anticonceptiva diaria que aunque es de fácil administración su efectividad depende significativamente de la constancia que se tiene, lo que lleva a otras opciones como las inyecciones o implantes subdérmicos pero que a su vez contienen más cantidad de hormonas y sus efectos secundarios pueden ser más notorios según el estilo de vida de las personas, sin embargo, es importante resaltar que ninguno de estos métodos hormonales protege contra las ETS o ITS como el preservativo a excepción de las personas que lo utilizan de manera inadecuada, lo que puede llevar al uso de anticonceptivos de emergencia como la Postday que debido a su alta concentración de Levonorgestrel es aún más agresiva con el organismo, es por esto que la información*

*que se suministre a las personas frente a los métodos anticonceptivos debe ser lo más clara y específica posible referentes a su método de acción y su forma de uso”.*

### **Estudiante 15**

*“Pues, aunque depende de cada cuerpo, anticonceptivos como las pastillas que se toman de forma diaria, podrían parecer buena idea, a menos que la persona sea poco constante y con regularidad olvide tomar la pastilla en el momento adecuado. Por otro lado, los implantes subdérmicos como el Jadelle y el Implanon pueden resolver con creces el problema de la disciplina en la toma de los comprimidos, no obstante, los implantes representan una cantidad de efectos secundarios que se puede ampliar de manera significativa dependiendo del estilo de vida de la persona. Por último, métodos que son de barrera y que tienen buena efectividad, además de protección contra ITS y ETS parecen ser la opción más viable, no obstante el uso inadecuado de estos puede reducir notoriamente su efectividad, además de conducir al usuario al uso de anticonceptivos de emergencia como el uso de la pastilla del "día después" que dentro de la gama de anticonceptivos es de los que más presenta efectos secundarios por su gran cantidad de hormonas liberadas en poco tiempo con relación a otros métodos; cabe mencionar también que su uso está restringido a pocas veces”.*

Se puede observar que el argumento va más allá de una simple creencia sobre lo que debería ser. Ahora, se incluyen conectores como "a menos que", "a excepción de" o "no obstante" con el propósito de introducir contraargumentos que subrayan la necesidad de considerar factores que van más allá de las explicaciones generales. Esto destaca la importancia de abordar el uso de anticonceptivos desde una perspectiva más amplia y matizada, reconociendo la diversidad de circunstancias y necesidades individuales que influyen en esta elección.

#### **8.2.2 El viaje mesoscópico de las hormonas a través del ciclo sexual femenino**

En la tercera intervención se utilizó la “E” de explorar, ya que se creó un ambiente investigativo que combinó actividades de análisis, interpretación, generalización, resolución de problemas, etc. Los alumnos expresaron las nuevas ideas libremente dentro de los límites de estas actividades buscando profundizar el tema de estudio. Los estudiantes identificaron cómo se puede respaldar la información de un argumento a partir de autores quienes brindarán garantías a las ideas que expongan.

Se organizaron nuevamente grupos aleatoriamente colaborativos, a cada uno de los tres equipos se les proporcionó una lectura con un autor en particular las cuales describían el mecanismo de acción de las hormonas levonorgestrel o acetato de medroxiprogesterona en el ciclo menstrual femenino. La lectura estaba dividida en roles de los distintos órganos u hormonas que participan en el proceso, cada estudiante debía asumir un rol y profundizar en la actividad que desempeña dicho rol en el mecanismo de acción mencionado previamente. Los estudiantes compartieron información entre el mismo grupo de manera tal que pasados unos minutos, debían utilizar modelos de la fisiología humana para explicar a los demás estudiantes del curso el proceso que a cada equipo le correspondió.



*Ilustración 25. La fisiología humana y los métodos anticonceptivos. Fuente propia.*

Finalmente, se les solicitó a los estudiantes diseñar un resumen en forma de organizador gráfico, aplicando uno de los parámetros del Thinking Classroom llamado “¿Cómo tomar apuntes?” descrito en la sección del marco teórico del presente trabajo. Adicionalmente, se propuso una pregunta problema la cual debían responder utilizando los tres elementos de la estructura de un argumento, que a la fecha se les había explicado; los datos, condiciones de refutación y las garantías.

Cabe señalar que a medida que se escalaba en los niveles de interpretación de la materia, se va reduciendo la variedad de métodos anticonceptivos y hormonas estudiadas en el proceso. Queda claro que, si se trabaja con todas las hormonas el proceso habría sido demasiado extenso y no existe la bibliografía necesaria para abordar el tema. Se ha seleccionado el levonorgestrel y acetato de medroxiprogesterona ya que son los principios activos de las pastillas anticonceptivas

y los métodos inyectables, los más usados a nivel global de acuerdo con el estudio del Ministerio de Salud de Argentina (2015).

**Pregunta problema.**

*¿Cómo pueden las diferencias individuales en la respuesta hormonal afectar la eficacia de los anticonceptivos orales? ¿Existen diferencias en la eficacia entre los anticonceptivos inyectables y los orales? ¿Cuáles son las implicaciones a largo plazo del uso continuado de anticonceptivos hormonales en la salud de las mujeres? En relación con la diferencia entre hombres y mujeres en el uso de anticonceptivos hormonales, ¿qué papel juega la biología en esta disparidad? ¿Cuáles podrían ser los desafíos en la implementación de métodos anticonceptivos hormonales masculinos?*

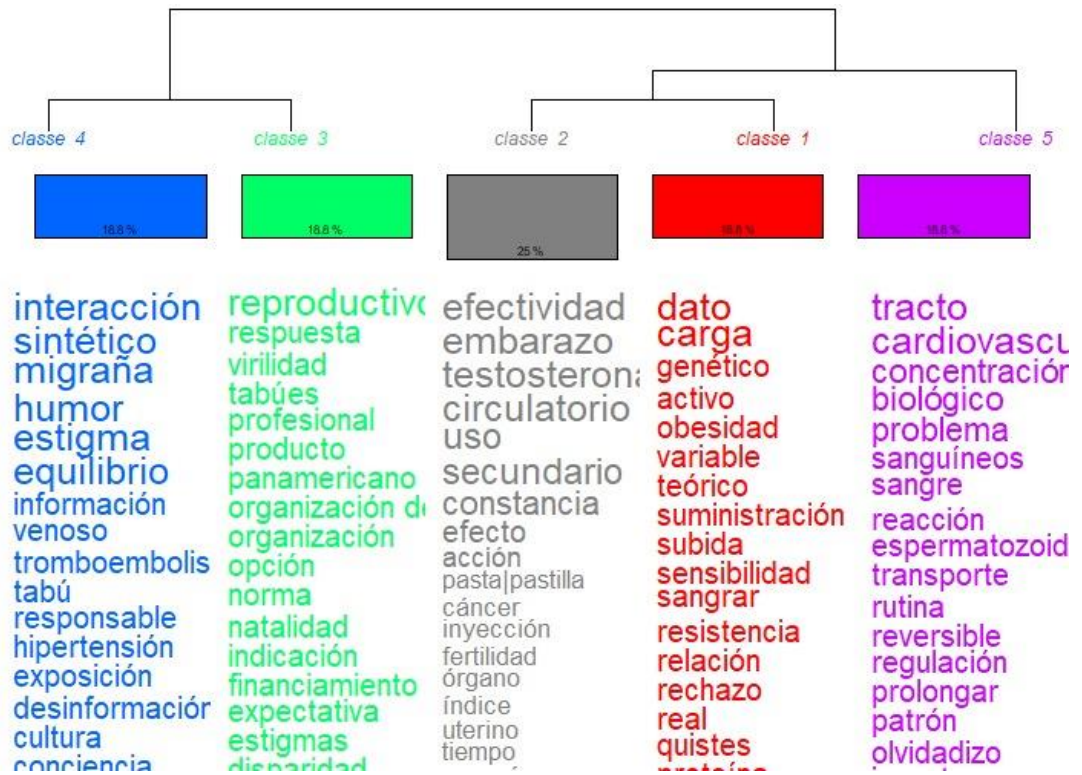


Ilustración 26. Dendrograma actividad III. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq.



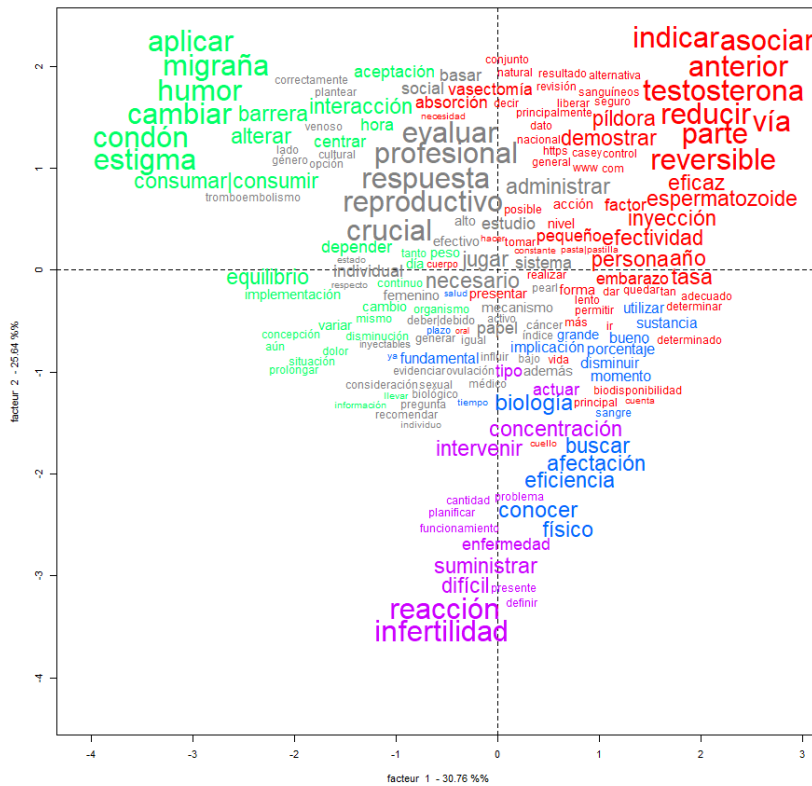


Ilustración 27. Análisis factorial de correspondencia. Fuente propia. Diseñado en Iramuteq.

Los resultados obtenidos en esta pregunta se han analizado utilizando la herramienta del método de Reinert el cual arroja un dendrograma y el análisis factorial de correspondencia. Esta figura establece cinco clases indicando una conexión entre ellas, cada clase tiene un color distinto, que también corresponde al color que aparece en el análisis factorial de correspondencia. Las palabras resaltadas que aparecen en la parte superior de cada clase permiten visualizar aquellos términos que se destacaron para la formación de cada clase construida (Camargo y Justo, 2013).

Las palabras representadas en las clases 4 y 3 al formar parte de la primera rama, están cercanas entre sí y alejadas de las clases 1, 2 y 5, en su debido orden, ya que cuanto más lejos están entre estas, menores serán las relaciones entre el contexto de cada clase. Por tanto, cuanto más cercanas sean las clases, mayor será la afinidad contextual, tal como lo explican Camargo y Justo, (2013).

En ese sentido, a partir del dendrograma se puede realizar una interpretación de la siguiente manera:

La clase uno, de modo general se puede demoninar aspectos genéticos y metabólicos ya que hace referencia conceptos que podrían influir en la respuesta a los anticonceptivos orales y en la salud de las mujeres a largo plazo. Incluye términos relacionados con la genética, la sensibilidad a las hormonas, la obesidad y otros factores que podrían variar entre individuos y afectar la eficacia de los anticonceptivos hormonales.

La clase dos parece estar relacionada con la eficacia y el uso de anticonceptivos, incluyendo anticonceptivos orales e inyectables. Los términos sugieren una discusión sobre la eficacia, los efectos secundarios, el uso continuado y las implicaciones de estos métodos anticonceptivos en la salud de las mujeres.

La tercera clase se centra en aspectos sociales y culturales relacionados con la salud reproductiva y el uso de anticonceptivos. Incluye términos como tabúes, estigmas y normas sociales que podrían influir en la toma de decisiones de las mujeres en cuanto a la anticoncepción.

La clase cuatro refiere a los efectos secundarios de los anticonceptivos hormonales, así como su impacto en la salud física y mental de las mujeres. Incluye términos relacionados con la interacción de hormonas sintéticas, efectos secundarios como migrañas y cambios en el estado de ánimo, y la importancia de la información y la conciencia en el uso de anticonceptivos.

Finalmente la clase cinco se enfoca en aspectos fisiológicos y biológicos relacionados con la respuesta hormonal y los anticonceptivos. Incluye términos como el sistema cardiovascular, la regulación biológica y la rutina de uso de anticonceptivos.

En general se puede apreciar como se desarrolla nuevos conceptos con respecto a las descripciones que hicieron los estudiantes sobre los métodos anticonceptivos en la prueba diagnóstica en contraste con esta tercera actividad. Inicialmente se hablaba en términos de tipos de anticonceptivos, modo de uso o efectos secundarios. Ya en este argumento hacen referencia a conceptos como metabolismo, biología, mecanismo, regulación, concentración, interacciones, salud reproductiva, toma de decisiones, opiniones profesionales, riesgos hepáticos, nerviosos o cardiovascular, entre otros.

La herramienta del dendrograma elimina algunas palabras que considera no están relacionadas con alguna categoría en específico. Por lo que se ha optado por realizar un segundo análisis utilizando la herramienta de nube de palabras.



### ***8.2.3 ¿Qué tiene que ver la química en todo esto? El puente entre el conocimiento macro y el conocimiento molecular***

La cuarta actividad se desarrolló bajo la “E” de Explicar, ya que los conceptos que se han venido construyendo fueron profundizados a través de postulados, modelos, teorías o leyes de fuentes confiables. En este escenario el docente motivó a los estudiantes a la construcción colectiva de los conceptos convirtiendo el lenguaje cotidiano a lenguaje científico y los persuadió a dar explicaciones a los resultados anteriores.

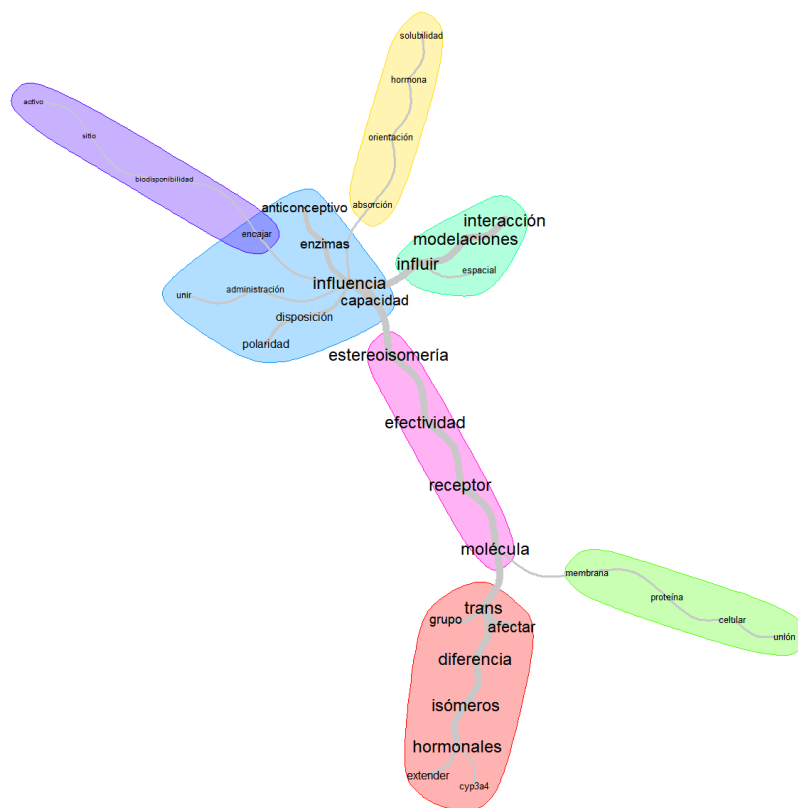
La actividad consistió en la construcción de diferentes moléculas que representaban algunas hormonas anticonceptivas para comparar las diferentes posiciones espaciales de dichas moléculas utilizando el sistema integrado de construcción espacial de tipo casquete de esfera perforada (Castro, 2019). Se les proyectó en pantalla la simulación de la enzima CYP3A4 utilizando el programa autodock; en este se evidenció cómo interactúa con el ligando con respecto a unión del sitio activo específico de esta enzima. Esto para informar cómo los mínimos niveles de energía influyen en la actividad biológica de un compuesto como el levonorgestrel en el organismo. Al final de la actividad, los estudiantes resolvieron la pregunta problema presentada a continuación.

#### **Pregunta problema.**

*¿Cuál es la diferencia entre un isómero R y S en el contexto de las hormonas anticonceptivas y cómo afecta su actividad biológica? ¿Cómo influye la Estereoisometría en las propiedades físicas y químicas de las hormonas anticonceptivas? ¿Por qué es esto importante para su administración y efectividad? ¿Cómo se puede realizar un análisis en cuanto a la designación de la Estereoisometría y las configuraciones R y S en las hormonas anticonceptivas, a partir de las representaciones gráficas y las modelaciones realizadas en la clase?*

La pregunta se resolvió construyendo un argumento el cuál incluyera los elementos de un argumento señalados hasta esta etapa y, adicionalmente el calificador modal. Para Pinochet (2015) el calificador modal es el conector entre las garantías y algunos datos el cual otorga cierto grado de certeza a la afirmación que está por proponerse, ejemplo de esto “a veces”, “siempre”, “probablemente” (pág. 311).

Para los resultados de esta actividad se usó la herramienta de análisis de similitud para comparar los diferentes discursos desarrollados por los estudiantes.



Los resultados de esta actividad reflejan que los estudiantes han experimentado cambios conceptuales significativos en la descripción de los métodos anticonceptivos incorporando términos del campo de la química, particularmente en la química orgánica o la bioquímica, para justificar algunas acciones de esas sustancias en el organismo.

*Ilustración 29. Análisis de similitud de la actividad IV. Fuente propia. Elaborado en Iramuteq*

El gráfico se divide en siete zonas, donde las palabras contenidas en cada una presentan una afinidad particular entre sí y, al mismo tiempo, con palabras cercanas que se encuentran en otras zonas. Las palabras que se encuentran en el centro del gráfico, con un tamaño de letra considerablemente mayor, indican que los estudiantes asocian la efectividad de los anticonceptivos con la interacción de las moléculas con la enzima CYP3A4. Además, señalan que las respuestas varían según la estereoquímica y la estructura más estable de estas moléculas.

En la zona inferior del gráfico, se corrobora la afirmación anterior, ya que aparecen palabras como "isómeros", "diferencia", "afectar", "hormonales" y "CYP3A4". Esto indica que las

explicaciones se centran en cómo las diferencias en las estructuras de los isómeros pueden afectar la regulación hormonal a través de la enzima específica.

En la zona señalada en verde, palabras como "membrana", "proteína", "celular" y "unión" hacen referencia a la concepción de que las hormonas experimentan procesos de digestión y absorción a través de las membranas celulares, lo que permite la unión enzima-ligando en la zona específica de la misma enzima.

En la parte superior del gráfico, otras palabras como "interacciones", "espacial", "disposición", "polaridad" y "solubilidad" indican que los estudiantes han desarrollado la habilidad de relacionar conceptos científicos con explicaciones de cuestiones socialmente relevantes. Esto demuestra que comprenden el comportamiento de las moléculas que participan en el proceso y que su pensamiento se basa en un sólido fundamento científico, más allá de creencias personales o experiencias compartidas.

#### ***8.2.4 Una actividad experimental en el entorno de laboratorio que posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica***

Esta se desarrolló bajo el enfoque del Reciprocal Peer Teaching in the Instrumental Analysis Laboratory. Nicole & Dickson (2019). El objetivo fue abordar el uso de las píldoras anticonceptivas en el análisis químico, particularmente la píldora de emergencia popularmente conocida como "post-day", que contiene la hormona sintética Levonorgestrel. Se consideró conveniente centrarse en el estudio de estas píldoras, ya que a la fecha no se encontraba gran información en cuanto a su caracterización partiendo de una retro-síntesis y extendiéndose a un análisis posterior utilizando la técnica analítica de HPLC.

La actividad tenía como propósito presentar de manera cualitativa el método analítico de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución) con respecto al funcionamiento, nociones básicas y sus partes. Todo esto con el fin de realizar la identificación de la hormona sintética levonorgestrel la cual se encuentra presente en las tabletas anticonceptivas, mediante la adaptación del método conforme a la USP. Para esta actividad se les proporcionó a los estudiantes información con el fin de establecer bases conceptuales y teóricas correspondientes al método de HPLC, en donde se abordaron temas en términos de números de platos teóricos, explicación acerca de la fase móvil y la fase estacionaria, elución Isocrática y elución gradiente, fase normal y fase reversa, límite de detección, límite de cuantificación, rango útil de trabajo, robustez, repetibilidad en donde se habló de la precisión intermedia de tal manera que los estudiantes a partir de la información

presentada, la guía de laboratorio proporcionada y los conocimientos previamente adquiridos durante la carrera, realizaron la extracción de la hormona sintética levonorgestrel mediante de una estandarización del método de la USP y la construcción de una curva con su respectiva gráfica, esta se realizó con respecto a las diferentes áreas de pico todo ello en función de la concentración de la solución estándar de Levonorgestrel (tabletas) y utilizando la regresión lineal calcularon la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) con el fin de hallar la concentración final de solución estándar (tabletas).

En lo que respecta a la resolución de la pregunta principal, se planteó un interrogante para esta actividad. Para ello los elementos trabajados, haciendo referencia a Liljedahl (2021) en el Thinking Classroom fue ¿Qué tipo de tareas utilizamos?, en cuanto Sharma (2018) en el modelo de las 7E se trabajó el elaborar ya que el estudiante aplicó el contenido aprendido para comprender de forma amplia los conceptos estudiados. En el componente argumentativo según Toulmin (2003), se trabajó el sustento, finalmente, la implementación de la enseñanza recíproca entre pares en el ámbito de la química instrumental como lo mencionan Nicole y Dickson (2019), la enseñanza entre pares que para esta actividad fue estudiantes orientando a estudiantes, generando un ambiente diferente posibilitando una mejor comprensión y retención de los conceptos relacionados con la química analítica. Estos elementos fueron determinantes debido a que el proceso de enseñanza de la química analítica se debe abordar desde una perspectiva reflexiva, crítica e investigativa. Con esta noción se les presentó a los estudiantes un caso y una situación real que brindaron a los estudiantes la oportunidad de construir o mejorar sus conocimientos previos frente al método analítico utilizando una metodología de investigación y construcción de conocimiento en el campo de estudio.

### **Pregunta problema.**

*¿Cómo la relación entre los picos cromatográficos y la concentración de la hormona presente en los anticonceptivos de emergencia puede explicar los efectos producidos por el consumo de esta pastilla?*

A continuación, se presentarán algunas respuestas redactadas en el informe de laboratorio que realizaron los estudiantes:

### **Estudiante 1**

*“De acuerdo con los resultados obtenidos, la concentración de levonorgestrel no coinciden y está un poco alejadas de la concentración real, para el caso de la tableta de 0,75 mg/L se obtuvo*

*una concentración de 0,582 mg/L y para la tableta de 1,5 mg/L se obtuvo un valor menor que la de 0,75 mg/L con un resultado de 0,202 mg/L siendo algo ilógico, estos resultados errados se debe a cuestiones netamente procedimentales, en donde hay variables que pueden afectar los resultados como el tiempo en el ultrasonido, el aforo de la muestra, pérdida de masa en la maceración de la muestra y error en el manejo del equipo de cromatografía. La vibración no fue uniforme en el ultrasonido porque había muchas muestras, lo que pudo afectar la reacción entre el levonorgestrel y la fase móvil.”*

#### **Estudiante 4**

*“Teniendo en cuenta los resultados registrados, se evidencian inconsistencias en la muestra de Levonorgestrel de 1,5 mg a diferencia de la de 0,75 mg, ya que los resultados no concuerdan en sí. Lo anterior puede ser causal de una mala praxis en el tratamiento de la muestra de la hormona de 1,5 mg, al encontrarse grumos del medicamento en las paredes de los diferentes recipientes utilizados, lo cual es una pérdida significativa de muestra, y los resultados son evidencia de ello.”*

#### **Estudiante 14**

*“Para la muestra de 0.75 mg de levonorgestrel se obtuvo una concentración de 0.669 siendo muy similar a la concentración teórica, sin embargo, para la muestra con 1.5 mg de levonorgestrel se evidencia una diferencia significativa ya que la concentración obtenida fue de 0.3835, esto debido a que el área de la curva en el análisis fue 5973203, mientras que para la muestra con 0.75 mg fue de 10398068, siendo muy inferior a la que debía de obtenerse teniendo en cuenta que la concentración y el área de la curva son directamente proporcionales, esta diferencia pudo ser consecuencia de un mal manejo en la muestra problema, ya que a la hora de macerar y completar el aforo mucha de la muestra se perdió en los materiales que se utilizaron, además de que por cuestiones de tiempo la muestra solo pudo estar en ultrasonido por 10 min, lo que afecta considerablemente el resultado del análisis.”*

Con lo anterior se establece que, para esta parte, los estudiantes reflejan poca experiencia en cuanto a la preparación de una muestra y el manejo de material de laboratorio. Estos problemas pueden conducir a resultados inexactos y, en última instancia, dificultan la capacidad de explicar la relación entre los picos cromatográficos y la concentración de la hormona presente en los



anticonceptivos de emergencia. Debido a que la química analítica de acuerdo con Pal y Pal, (2020) implica una evaluación rigurosa de las fuentes de error y la optimización de los procedimientos para garantizar mediciones precisas y confiables.

Por otra parte, en cuanto a la presentación del informe acerca de la práctica se puede notar que los estudiantes poseían unas bases teóricas sobre la elaboración de los cálculos para hallar la concentración final de una muestra, explicación sobre la afinidad entre la columna del equipo y la fase móvil, la relación en cuanto a los tiempos de retención, las diferentes alturas de los cromatogramas evidenciando en las conclusiones de cómo puede estar relacionado los picos cromatográficos en función de la concentración y los efectos secundarios de la pastilla de emergencia. Esto da en evidencia que los estudiantes pueden hacer una transformación del conocimiento disciplinar a un conocimiento común. Por ende, a continuación, se presenta algunas respuestas y cromatogramas obtenidos por parte de los grupos de laboratorio conformados por ellos mismo en donde se da cuenta de lo mencionado anteriormente.

### **Grupo 1**

*“La técnica utilizada para el análisis de levonorgestrel en las pastillas anticonceptivas de emergencia fue HPLC o cromatografía líquida de alta resolución empleando el equipo Shimadzu SCL-10A, en cuanto a la fase móvil utilizada esta tenía una composición de acetonitrilo, metanol, agua (35:15:45), los cuales son los solventes que mayor se adecuan para la identificación de la hormona sintética levonorgestrel presente en la pastilla del día después, que al tener más componentes estos pueden intervenir en el análisis o evidenciarse muchos más picos correspondientes a otras sustancias, mientras que con esta composición de las fase móvil era posible identificar y separar únicamente la hormona de interés, permitiendo el paso de la muestra a través de la columna y fase estacionaria que retiene la hormona levonorgestrel purificada y extraída en la solución preparada. Se realizó una elución Isocrática, ya que se hizo la separación de la hormona en la pastilla Postday con un disolvente cuya composición es constante, como en este caso acetonitrilo, metanol, agua (35:15:45), esto por sus características polares e hidrofílicas y la fase estacionaria va a ser no polar e hidrofóbica atrayendo en las muestras los componentes con estas propiedades.”*

Ilustración 30. Cromatograma levonorgestrel 0,75mg en 6ppm, correspondiente al grupo 1. Fuente propia.

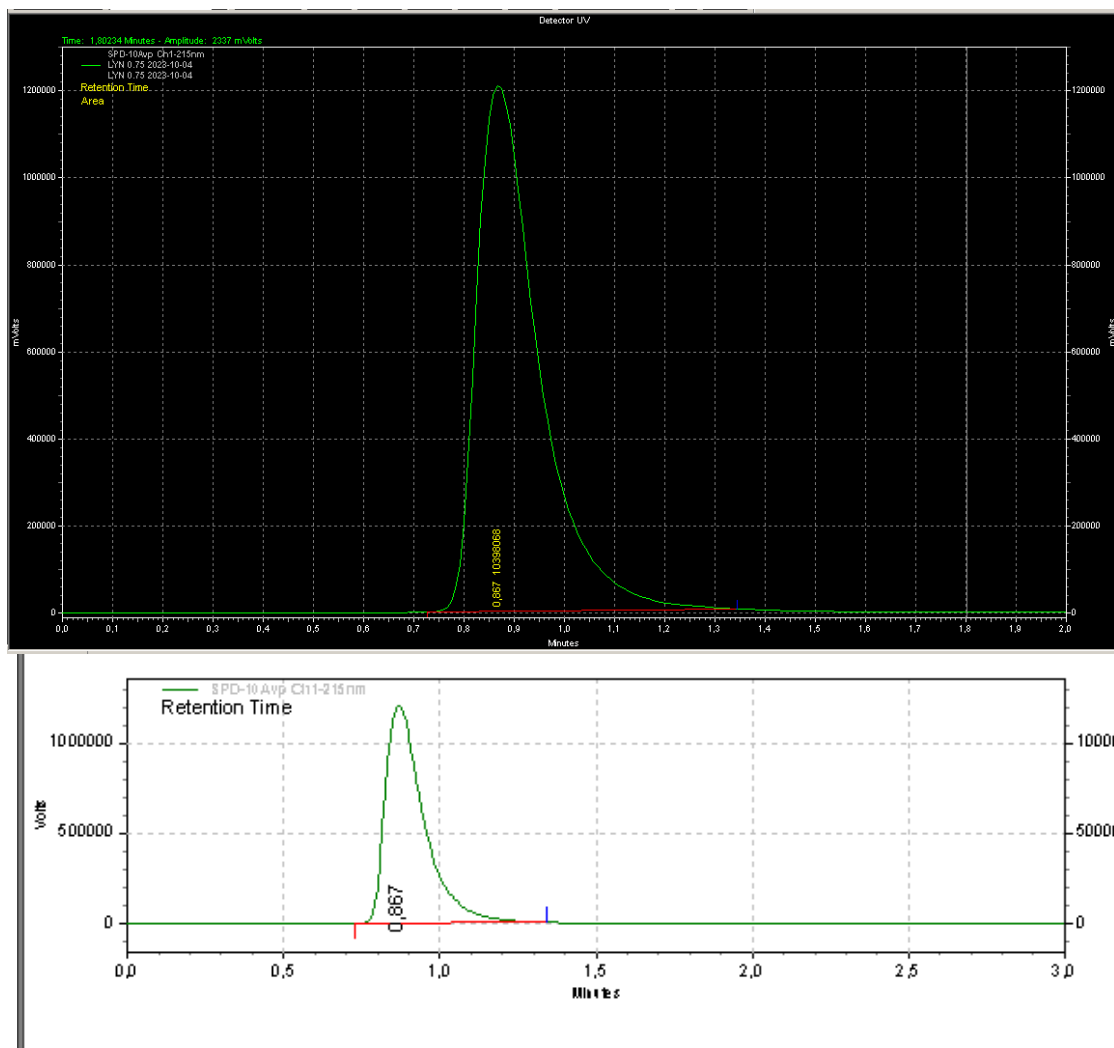


Ilustración 31. Reporte del equipo para levonorgestrel 0,75mg en 6ppm, correspondiente al grupo1. Fuente propia.

## Grupo 2

“Se concluye que la variación de los picos y el resultado con relación a la concentración fue debido a errores de las analistas con relación a la precisión del método, puesto que, al no realizar adecuadamente indicaciones como una correcta maceración de la pastilla o una agitación constante de la muestra, genero errores significativos en los resultados de los picos. • En el análisis para la pastilla de 1,5 mg, se presentó una alta variación en los resultados de la concentración, se le atribuye a la cantidad significativa de muestra que quedo contenida en el beaker de 100 mL, ya que esto genero la disminución de concentración analizada de la muestra, por lo cual, como resultado, se evidencia una variación significativa en el área de los picos. • La

fase móvil está compuesta por acetonitrilo, metanol y agua (35:45:15), su polaridad permite interactuar con la columna del cromatógrafo, permitiendo así una separación de los compuestos eficiente, teniendo en cuenta una velocidad de flujo de 1 mL / min. • La elución que se trabajó fue isocrática, puesto que se empleó una sola composición de fase móvil cuyas condiciones cromatografías permanecen constantes durante la separación; los componentes de la fase móvil (Acetonitrilo, metanol y agua) eludieron en función de la polaridad junto a la columna.”

### **Grupo 3**

“La eficacia de la separación cromatográfica del levonorgestrel está intrínsecamente relacionada con el pico que se observa, dichos picos son representaciones visuales de cantidad y pureza de los componentes presentes en el postday, y la calidad de separación se refleja en la nitidez y la estrechez del único pico presente, que corresponde a levonorgestrel. Además, este pico se forma rápidamente en un promedio de 1 minuto después de iniciar la cromatografía, por lo cual se puede destacar la eficiencia de la separación y la capacidad de aislar el principio activo de manera efectiva. Sin embargo, la eficiencia del proceso fue baja, esto puede comprobarse por el número de platos calculado en ambas muestras, ya que se espera teóricamente que el número de platos de la pastilla con concentración de 1,5 mg/mL sea mayor; esto puede deberse a los posibles errores en el tratamiento de la muestra antes de la lectura en el equipo instrumental. La composición de la fase móvil fue de acetonitrilo, metanol y agua tipo HPLC en una proporción de (35:45:15), esta fase móvil se tomó en cuenta ya que los picos que genera el cromatograma pueden verse alterados por los excipientes presentes en la píldora, por tanto, la relación mostrada es teóricamente más afín con el compuesto a separar.

• La poca variación de los tiempos de retención entre cromatogramas puede explicarse en que se trata de una misma sustancia a pesar de que está en concentración diferente. Con respecto a eso la interacción que tendrá la fase móvil con la estacionaria es similar entre muestras.”

En general se evidencia que los estudiantes demuestran una comprensión adecuada de la técnica HPLC y su aplicación en el análisis de la hormona sintética levonorgestrel, el cual es un progestágeno utilizado en las pastillas anticonceptivas. Esto se evidenció al momento de realizar el análisis pudieron relacionar cómo interactúa la fase móvil con la columna, la elución isocrática y la fase normal en cuánto a la identificación de las respectivas concentraciones de los analitos a partir de los cromatogramas. Los estudiantes aportan elementos valiosos, ya sea enfocándose en

la técnica cromatográfica o la importancia de la precisión experimental en términos de la calidad de la separación.

Los cromatogramas de las diferentes muestras de 0,75 mg y 1,5mg obtenidos mediante la técnica analítica de HPLC son un instrumento importante ya que permite realizar un análisis en cuanto a la concentración de sustancias en una muestra como lo es el caso del levonorgestrel. Sin embargo, es importante destacar que los cromatogramas en si no proporcionan información sobre los efectos secundarios.

A través de la investigación llevada a cabo por Beltrán (2009) se resaltan los efectos secundarios del levonorgestrel están relacionados con la concentración en el organismo y otros factores como la duración de la exposición y la sensibilidad individual, algunos efectos secundarios comunes de los anticonceptivos que contienen levonorgestrel incluyen náuseas, vómitos, cambios en el ciclo menstrual, dolor de cabeza, entre otros.

Los cromatogramas pueden ayudar a controlar la concentración en el organismo y, por lo tanto, contribuir a minimizar los efectos secundarios al asegurarse de que se mantenga dentro de un rango terapéutico seguro. De acuerdo con lo anterior los cromatogramas de HPLC son una herramienta concreta para analizar la concentración de levonorgestrel en muestras, lo que puede ayudar a garantizar que se administre la dosis correcta y se mantenga dentro del rango terapéutico seguro para minimizar los efectos secundarios.

Cabe aclarar que el ejercicio realizado con los estudiantes fue netamente didáctico visto como un acercamiento a los procedimientos utilizados en la técnica de forma general, ya que específicamente no se contaba con los reactivos y equipos necesarios para hacer la cuantificación exacta de la hormona sintética levonorgestrel.

### **8.3 Fase de evaluación**

Para evaluar el impacto de la aplicación de la secuencia didáctica con la que se buscó desarrollar niveles superiores de argumentación científica según Toulmin en los estudiantes del Énfasis Didáctico I, vista desde los diferentes niveles de interpretación de la materia, integrando el Thinking Classroom y los métodos anticonceptivos hormonales, se presentó un estudio de caso en formato de noticia, la cual describía el efecto del uso de los anticonceptivos hormonales en el desarrollo de enfermedades como la depresión. Se les solicitó a los estudiantes realizar un ensayo argumentativo con la siguiente instrucción:

*De acuerdo con el caso expuesto en la noticia, redacta un ensayo que contenga mínimo tres argumentos, basados en la química, en el que se exprese de manera concisa cómo el uso de anticonceptivos hormonales puede generar estos y otros efectos adversos.*

*Considerar y describir aspectos a nivel macro, meso, microscópicos y simbólicos de los anticonceptivos hormonales que tendrías en cuenta en la prevención de estos efectos secundarios en el consumo de dichas sustancias. Recuerda utilizar los elementos de un argumento según Toulmin, aprendidos a lo largo de la aplicación de la investigación: los datos, condiciones de refutación, garantías, el sustento y utilizar este espacio para construir la conclusión.*

En esta última sesión se trabajó la “E” de evaluar ya que los docentes reconocieron la importancia del proceso de aprendizaje y consideraron en la evaluación todos los aspectos y tipos de actividades realizados durante dicho proceso. Lo que corresponde al Thinking Classroom se desarrolló la estrategia titulada “Lo que elegimos evaluar en un aula pensante” en Liljedahl, (2021).

Los resultados obtenidos son contrastados con los criterios establecidos en una rúbrica de evaluación cualitativa (ver anexo 1, actividad 5) que tenía tres niveles de desempeño deficiente, básico y bueno. Con esta rúbrica fue posible evaluar la comprensión del contenido disciplinario en diferentes niveles de interpretación de la materia, abarcando desde una perspectiva macroscópica hasta una atómico-molecular y simbólica. Esto se llevó a cabo con relación a la habilidad argumentativa de los estudiantes respecto a los postulados de Toulmin, específicamente en el contexto de los anticonceptivos hormonales.

A continuación, se presentan los resultados de cada uno de los ítems de la rúbrica, la cual se fundamenta en la investigación de Guzmán, Flores, y Tirado, (2012), teniendo en cuenta el desarrollo del ensayo como prueba final el cual se evaluó de acuerdo con los siguientes componentes. Cabe aclarar que la rúbrica fue evaluada por dos expertas que evaluaron toda la secuencia didáctica.

### **8.3.1 Componente disciplinar**

#### **Conocimiento a nivel macroscópico de los métodos anticonceptivos.**

*Tabla 10. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia*

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	El estudiante muestra una comprensión muy limitada o inexacta de las características de los métodos anticonceptivos, y puede cometer errores significativos al describirlos o aplicarlos.	0	0

Básico	El estudiante muestra una comprensión muy limitada o inexacta de las características de los métodos anticonceptivos, y puede cometer errores significativos al describirlos o aplicarlos.	4	23,53
Bueno	El estudiante tiene un conocimiento sólido de los métodos anticonceptivos, puede describirlos con precisión y discutir sus ventajas y desventajas. Comprende la eficacia y las consideraciones de uso.	13	76,47

En primer lugar, es notable que ningún estudiante obtuvo un desempeño deficiente en este componente. Esto indica que todos los estudiantes, al momento de redactar el ensayo, poseían al menos un nivel mínimo de comprensión de los métodos anticonceptivos, tal como se evidenció en la prueba diagnóstica. Sin embargo, cuatro de los 17 estudiantes, con un 23,53%, se clasificaban en un desempeño básico en este componente. Esto no significa precisamente que estos estudiantes tenían una comprensión escasa de los métodos anticonceptivos, sino que más bien se orienta a comprender que no utilizan todas las descripciones a nivel macroscópico para justificar el problema planteado.

Por otro lado, 13 de los 17 estudiantes, con un 76,47%, obtuvo un buen desempeño en este componente. Estos estudiantes demostraron un conocimiento sólido de los métodos anticonceptivos, pudiendo describirlos con precisión discutiendo sus ventajas y desventajas. Además, comprendieron la eficacia y las consideraciones de uso, superando las ideas previas que se identificaron en la prueba diagnóstica.

### **Interpretación a nivel mesoscópico del mecanismo de acción de los anticonceptivos.**

*Tabla 11. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia.*

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	El estudiante no puede explicar o interpreta de manera incorrecta el mecanismo de acción de los anticonceptivos y no demuestra comprensión de los procesos bioquímicos involucrados.	1	5,88
Básico	El estudiante tiene una comprensión básica del mecanismo de acción de algunos anticonceptivos, pero no puede proporcionar una interpretación detallada	6	35,29

	o no comprende completamente cómo funcionan.		
Bueno	El estudiante puede explicar con precisión y en detalle el mecanismo de acción de varios anticonceptivos y comprender los procesos bioquímicos a nivel mesoscópico involucrados en la anticoncepción	10	58,82

Los resultados de este componente evidencian que tres de los 17 estudiantes, el 5,88%, se ubican en un nivel de desempeño deficiente, lo que significa que no explican, interpretan o utilizan la información correctamente con respecto al mecanismo de acción de los anticonceptivos hormonales, además no demostraron comprensión de los procesos bioquímicos involucrados. Por otra parte, cinco de los 17 estudiantes, el 35,29%, demostraron un desempeño básico en este componente. Esto indica que estos estudiantes tenían una comprensión general del mecanismo de acción de algunos anticonceptivos, pero no pudieron proporcionar una interpretación detallada o no comprendieron completamente cómo funcionan. Este porcentaje sugiere que un segmento significativo de los estudiantes tenía un conocimiento limitado en relación con el mecanismo de acción de los anticonceptivos hormonales respecto al ciclo menstrual femenino.

Finalmente, nueve de los 17 estudiantes, el 58,82%, obtuvo un buen desempeño en este componente. Estos estudiantes tuvieron la habilidad de explicar con precisión y en detalle el mecanismo de acción del anticonceptivo mencionado en el estudio de caso y comprendieron los procesos bioquímicos a nivel mesoscópico involucrados haciendo referencia a procesos de absorción en el hígado, la acción de la hormona en el hipotálamo, la inhibición de GnRH, la hormona LH y LSH; la transformación del moco cervical, es decir, parte de la biología y fisiología detrás de la anticoncepción.

En general se puede apreciar que al menos la mitad de los estudiantes que participaron en la investigación, han superado las explicaciones superficiales de las consecuencias del consumo de los anticonceptivos, y ahora lo relacionan con componentes más específicos que hace referencia a las diferencias individuales de cada una de las personas que consumen este tipo de sustancias, utilizando terminología desde el campo de la ciencia.

### **Conceptos y procesos a nivel atómico-molecular de los métodos anticonceptivos.**

*Tabla 12. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia*

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	El estudiante no puede explicar o interpreta de manera incorrecta las	3	17,65

	interacciones a nivel atómico-molecular de las hormonas y las enzimas y no demuestra comprensión de los procesos bioquímicos involucrados.		
Básico	Comprensión básica de algunas interacciones a nivel atómico-molecular, pero no puede proporcionar una explicación detallada o no comprende completamente los procesos bioquímicos.	5	29,41
Bueno	El estudiante puede explicar con precisión y en detalle las interacciones a nivel atómico-molecular entre las hormonas y las enzimas, y comprender los procesos bioquímicos involucrados.	9	52,94

Ese análisis muestra que hubo una distribución variada de los resultados en este componente, ya que tres estudiantes (17,65%) no acudieron a explicaciones desde la conformación molecular de las hormonas, ni la actividad enzima – ligando para fundamentar la producción de efectos como la depresión en el uso prologando de métodos anticonceptivos, por lo que se ubican en un nivel deficiente.

En el desempeño básico, aparece un 29,41% (5 de 17) de los estudiantes, una población total de cinco de ellos. En este nivel, los estudiantes utilizaron algunas interacciones a nivel atómico-molecular haciendo referencia a posibles afecciones que se desarrollan por una unión incorrecta en la zona activa del complejo enzimático o con relación a los isómeros R y S. Sin embargo, no había un empalme directo entre la actividad enzimática y el desarrollo de la depresión.

Finalmente, en el desempeño bueno, se encontró que nueve estudiantes, quienes representan un 53,94% de la población, explicaron con precisión las interacciones a nivel atómico-molecular entre las hormonas y las enzimas, comprendiendo los procesos bioquímicos involucrados en el desarrollo de diversos efectos secundarios, particularmente el desarrollo de depresión en las mujeres.

### **Implicaciones y explicaciones a nivel simbólico de los resultados obtenidos en el laboratorio.**

*Tabla 13. Evaluación del componente disciplinar macroscópico. Fuente propia*

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	El estudiante no puede interpretar los resultados del laboratorio de manera adecuada y no puede explicar las	8	47,06



	implicaciones de los hallazgos de manera efectiva.		
Básico	El estudiante tiene una comprensión básica de las implicaciones de los resultados del laboratorio, pero no puede proporcionar explicaciones detalladas o conexiones claras con los conceptos teóricos.	7	41,18
Bueno	El estudiante puede interpretar con precisión los resultados del laboratorio y explicar sus implicaciones en relación con los conceptos teóricos. Puede establecer conexiones sólidas entre los datos experimentales y los conceptos simbólicos.	2	11,76

El resultado más destacado de la rúbrica es que el 47,06% de los estudiantes fueron evaluados como desempeño deficiente. Esto significa que casi la mitad de los estudiantes tuvieron dificultades para interpretar adecuadamente los resultados del laboratorio y proporcionar explicaciones efectivas sobre las implicaciones de los hallazgos. Este resultado sugiere que muchos estudiantes pueden no haber comprendido completamente la relación entre los resultados del laboratorio y los conceptos analíticos relacionados. Además, es posible que no hayan demostrado un conocimiento sólido de los detalles técnicos, como la técnica de HPLC, la fase móvil, la elución isocrática o de gradiente, y otros aspectos clave de la metodología utilizada.

El segundo grupo más grande de estudiantes (41,18%) se ubican en el desempeño básico. Estos estudiantes demostraron tener una comprensión básica de las implicaciones de los resultados del laboratorio, pero no pudieron proporcionar explicaciones detalladas o establecer conexiones claras con los conceptos analíticos. Es decir, aunque identificaron algunas relaciones simbólicas, no las desarrollaron completamente en sus ensayos. Esto indica un nivel intermedio de comprensión y comunicación de conceptos simbólicos, pero aún queda margen de mejora.

En contraste, solo un pequeño porcentaje de estudiantes (11,76%) logró alcanzar un buen desempeño en el componente disciplinar a nivel simbólico. Estos estudiantes pudieron interpretar con precisión los resultados del laboratorio y explicar sus implicaciones en relación con los conceptos teóricos. Además, pudieron establecer conexiones sólidas entre los datos experimentales y los conceptos simbólicos. También demostraron un conocimiento detallado de los aspectos técnicos relacionados con la técnica de HPLC y otros elementos relevantes como la relación entre

los picos cromatográficos, la concentración de las hormonas presentes en el anticonceptivo de estudio y su repercusión en el organismo femenino. Estos estudiantes se destacaron en la capacidad de aplicar sus conocimientos en un contexto práctico y comunicar de manera efectiva las implicaciones de los resultados.

### 8.3.2 Habilidades en la construcción de un argumento

#### Postura.

Tabla 14. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	Ofrece comentarios generales. Menciona ideas contradictorias o inconsistentes y la secuencia presentada de la idea es incomprensible.	2	11,76
Básico	Comenta las posturas, pero no asume ninguna. Presenta consistencia y la secuencia presentada de ideas es comprensible pero pierde el foco de su comentario.	5	29,41
Bueno	Enuncia una posición (a favor o en contra). Defiende su postura a través de su argumentación. Presenta coherencia, consistencia y congruencia. Las ideas presentadas están organizadas de manera clara. Se aprecia un inicio, desarrollo y final de su comentario.	10	58,82

Los resultados junto con su correspondiente evaluación y análisis evidencian que el 58,82% de los estudiantes fueron evaluados como “bueno” para este componente. Estos estudiantes desarrollaron una postura clara y concisa, presentando una postura a favor o en contra, coherencia, consistencia y congruencia, todo ello evidenciado a lo largo del ensayo, lo cual indica que los estudiantes tienen una organización clara de las ideas respecto a los anticonceptivos hormonales y sus diferentes representaciones en los niveles de interpretación de la materia para explicar un problema real como lo es la situación postulada en la noticia.

Por otro parte, el grupo correspondiente al 29,41% de los estudiantes obtuvieron una calificación “básico” en este componente. A pesar de que estos estudiantes comentaron sobre las diferentes posturas en relación con el tema de los anticonceptivos hormonales, no asumieron una posición clara a favor o en contra en los ensayos. Aunque se presentan consistencias en sus argumentos, la sucesión de ideas a veces se tornaba confusa, lo que sugiere es que se desviaban

del tema principal, estos estudiantes demostraron un nivel intermedio en la construcción de argumentos y la expresión en términos desde sus diferentes puntos de vista.

Por último, el 11,76% de los estudiantes fue calificado como “deficiente”, ya que estos estudiantes mostraron comentarios generales sin formular una postura clara en sus ensayos. Además, durante el desarrollo del párrafo mencionaron ideas contradictorias o inconsistentes, lo que generó una secuencia de ideas que no son comprensibles. Esto sugiere una falta de habilidad en la construcción de argumentos y la expresión de una postura clara y coherente en sus ensayos.

### Uso de datos.

Tabla 15. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	No contrasta la información, ni evalúa correctamente su validez antes de proponer las conclusiones.	1	5,88
Básico	Contrasta la información, pero no evalúa correctamente su validez antes de proponer las conclusiones	5	29,41
Bueno	Contrasta la información y en función de la evaluación emite conclusiones adecuadas y correctamente expresados sobre la misma.	11	64,71

En este nivel se evidencia uno de los componentes más básicos del argumento según Toulmin. El uso de datos hace referencia al conjunto de información que el autor del argumento revela a partir de lo que conoce y lo que ha vivenciado; “Son los elementos, antecedentes y hechos que sirven para justificar la afirmación realizada, se distinguen por ser la base que fundamenta a la conclusión” (Useche, 2017, pág. 32).

Se puede apreciar que un grupo de 11 estudiantes, lo que representa el 64,71%, se ubican en un desempeño bueno ya que utilizan al menos tres de los cuatro niveles de interpretación de la materia para justificar su postura con respecto al problema general, la depresión. Estos datos (características macroscópicas, conceptos fisiológicos, bioquímicos o resultados de laboratorio) son usados para proponer un posible argumento que tenga en cuenta diversas variables que le permitan profundizar al lector las razones que allí se expresan.

Por otra parte, cinco estudiantes (29,41 %) hacen referencia solamente a dos de los niveles de interpretación de la materia para desarrollar su argumento. Generalmente, argumentan teniendo en cuenta las características a nivel macroscópico y el mecanismo de acción en el ciclo menstrual

femenino; probablemente porque se les dificulta establecer una relación entre los conceptos del componente atómico-molecular y simbólico con respecto al problema en cuestión.

### Garantías.

Tabla 16. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	No utiliza fuentes académicas que contengan principios, leyes, reglas, patrones o fórmulas para darle soporte a su argumento.	2	11,76
Básico	Utiliza muy pocas fuentes académicas que contengan principios, leyes, reglas, patrones o fórmulas para darle soporte a su argumento.	2	11,76
Bueno	Utiliza diversas fuentes académicas que contengan principios, leyes, reglas, patrones o fórmulas para darle soporte a su argumento.	13	76,47

En resumen, se evidencia que el 76,47% de los estudiantes demostraron habilidades sólidas al momento de utilizar las garantías en cuanto a la construcción de los argumentos en sus ensayos, respaldando sus afirmaciones con fuentes académicas las cuales eran capaces de explicar los principios, leyes y reglas afines con el contenido disciplinar. Sin embargo, un grupo de estudiantes correspondiente al 11,76% obtuvieron una calificación “deficiente” al no utilizar fuentes académicas apropiadas, mientras que otro grupo igualmente obtuvo el 11,76%, fueron calificados como “básico” al hacer uso limitado de las fuentes.

### Sustento.

Tabla 17. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	Su afirmación o refutación se sustenta en lo que cree que es verdadero o en opiniones de orden común.	1	5,88
Básico	Su afirmación o refutación se sustenta en opiniones de orden común y algunas evidencias empíricas como entrevistas e investigaciones	11	64,70
Bueno	Su afirmación o refutación se sustenta en fuentes con evidencia empírica como entrevistas, o investigaciones, adicionalmente utiliza resultados experimentales o estadísticos para darle solidez a la información.	5	29,41

En la evaluación de la habilidad de los estudiantes para respaldar sus argumentos en los ensayos relacionados con el uso de anticonceptivos hormonales y sus efectos adversos, se encontró que la mayoría de los estudiantes se enmarca en un desempeño básico. Debido a que estos estudiantes basaron sus afirmaciones en opiniones comunes y en algunas evidencias sustentadas de forma empírica, como por ejemplo entrevistas e investigaciones, pero no utilizaron fuentes con evidencia sólida, como por ejemplo resultados experimentales. En contraste se encuentra un grupo de estudiantes con el 29,41% los cuales se desempeñan como buenos, debido a que en sus ensayos demostraron la capacidad de sustentar sus afirmaciones con fuente sólidas.

Sin embargo, un solo estudiante de los 17 con un porcentaje 5,88% se ubicó como “deficiente” ya que su argumento se basó en creencias personales y en opiniones comunes, sin utilizar evidencia adecuada para respaldar sus argumentos.

### **Calificador modal.**

*Tabla 18. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia*

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	No expresa certeza en su postura. No hay evidencias de la probabilidad de que los datos ocurran.	1	5,88
Básico	Expresa débilmente la certeza en su postura. Hay mínimas evidencias de la probabilidad de que los datos ocurran.	11	64,70
Bueno	Expresa con total certeza su postura. Propone diversas evidencias de la probabilidad de que los datos ocurran.	5	29,41

Los resultados obtenidos en esta característica en cuanto a las habilidades en la construcción de argumentos aplicando los calificadores modales demostró que:

En el nivel de desempeño deficiente con un porcentaje del 5,88% en cuanto a la expresión de la certeza en su postura, no utilizó en su argumento los calificadores modales de una manera efectiva, puesto que no expresa de una forma sólida su argumento y no proporcionaron una evidencia de la probabilidad.

En el desempeño básico con un porcentaje del 64,70%, estos estudiantes empelaron calificadores modales de forma restringida y a su vez manifestaron una expresión poco firme en sus argumentos. Sin embargo, proporcionaron algunas evidencias mínimas de la probabilidad de que los datos ocurrieran. Por último, se encontró el desempeño bueno, el cual corresponde a un

porcentaje del 29,41% en donde se aprecia que cinco estudiantes en la construcción de su argumento expresaron con total certeza su postura, proporcionando diferentes evidencias en cuanto a la probabilidad de que los datos ocurrieran.

### **Refutación.**

Tabla 19. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	Ausencia de contraargumentos.	4	23,53
Básico	Da opiniones generales acerca de lo que se ha comentado en la discusión.	7	41,17
Bueno	Señala debilidades de lo expuestos en la deliberación para la construcción de un nuevo argumento.	6	35,29

Las condiciones de refutación son restricciones las cuales condicionan la veracidad de la conclusión “Son elementos que expresan posibles objeciones o contraargumentos que se pueden formular exceptuando la tesis; da indicios a debilidades convirtiéndose en una excusa para indagar. Son expresiones como a menos que, a excepción de” (Useche, 2017, pág. 35).

En este escenario se puede apreciar que únicamente el 35,29% de los estudiantes, es decir seis de 17 de los alumnos, hacen uso de varios contraargumentos que puedan conducir a fortalecer la postura propuesta durante el desarrollo de todo el argumento, ubicándose entonces en un nivel bueno de desempeño. En este sentido, siete estudiantes (41,17%) escasamente refutan su argumento en una sola oportunidad, mientras que cuatro de 17 no incluyen condiciones que pongan a prueba la postura individual. Los contraargumentos son elementos muy importantes para la construcción de ensayos de tipo argumentativo, ya que permiten a los escritores abarcar las críticas a su punto de vista. Al hacer uso de contraargumentos en sus posturas, los estudiantes tienen la posibilidad de anticipar y refutar objeciones, lo que fortalece la posición y demuestra una comprensión más profunda del tema. Además, es importante destacar que el uso contraargumentos puede fomentar una discusión más extensa y detallada al mostrar diversos enfoques desde un mismo problema.

### **Conclusión.**

Tabla 20. Evaluación de las habilidades en la construcción de un argumento. Fuente propia.

Nivel de desempeño	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Deficiente	No expresa la conclusión de forma coherente con las evidencias.	0	0

Básico	Expresa la conclusión de forma incompleta o mal expresada. Se fundamenta en una sola evidencia válida.	7	41,17
Bueno	Expresa la conclusión completa y fundamentada en evidencias válidas.	10	58,83

La conclusión según el modelo argumentativo de Toulmin es la parte final del argumento donde se resume la afirmación central fortaleciendo la postura del autor teniendo en cuenta todos los elementos utilizados previamente en la construcción del texto. Es una parte crucial para cerrar de manera efectiva el argumento y persuadir al público.

En los argumentos construidos por la población de estudio en esta investigación, se muestra que 10 de los 17 estudiantes demostraron la habilidad de exponer una conclusión completa y fundamentada en evidencias válidas. A pesar de que algunos no utilizaron todos los elementos que hacen completo un argumento según la perspectiva de Toulmin, defendieron la postura que se había desarrollado a lo largo de todo el documento.

Por otra parte, 7 de 17 estudiantes, mostraron alguna debilidad en la redacción de la conclusión, ya que parcialmente se apoyaba la idea central del argumento y proponían el párrafo desde una perspectiva más personal, olvidando algunos de los elementos que previamente usaron en el desarrollo del escrito.

#### **8.4 Resultados Generales**

De acuerdo con el objetivo general planteado en esta propuesta, los resultados evidencian que los niveles de argumentación que construyeron los estudiantes del énfasis didáctico I, tanto en el desarrollo de las distintas actividades, cómo en el ensayo final, se clasifican, de acuerdo con la rúbrica en un desempeño básico y bueno.

Los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, considerando la limitación en el tiempo de implementación de la secuencia didáctica. A pesar de esta restricción, los estudiantes demostraron poseer una multi-estructuración sólida de la comprensión de los conceptos químicos relacionados con los métodos anticonceptivos hormonales en cada una de las actividades propuestas. Más aún, exhibieron la habilidad para resolver problemas mediante argumentos escritos que trascienden la replicación y memorización de información.

En particular, se observó que los estudiantes no solo internalizan los conceptos trabajados a lo largo de la aplicación de la secuencia didáctica, sino que también son capaces de identificar procedimientos, establecer relaciones, realizar comparaciones, analizar situaciones y expresar

soluciones fundamentadas en los conocimientos adquiridos en el aula. Este esfuerzo se refleja en la elaboración de explicaciones estructuradas, siguiendo los lineamientos establecidos por Toulmin.

Es destacable que estas habilidades adquiridas son transferibles a nuevos contextos de aprendizaje, como se evidenció en la resolución de problemas socialmente activos relacionados con los métodos anticonceptivos hormonales, aplicando estrategias del enfoque didáctico del Thinking Classroom.

A pesar de algunas deficiencias, donde no todos los elementos del argumento ni los aspectos detallados de cada nivel de interpretación de la materia fueron completamente considerados en la elaboración del ensayo final, es innegable el aprendizaje significativo de nuevos conceptos científicos sobre los métodos anticonceptivos. La habilidad para compartir esta información mediante argumentos bien estructurados también se destaca. Se resalta que, en comparación con los argumentos presentados en la prueba diagnóstica, los estudiantes han mejorado notablemente, superando la falta de fundamentos disciplinares y estructura textual que caracterizaba sus primeros intentos, conforme a los parámetros establecidos por Toulmin.



## 9. Conclusiones

La sociedad ha dado forma a múltiples dominios los cuales desempeñan un papel esencial en su organización. Entre los más importantes se encuentra la ciencia y la educación, cada una buscando sus propios fines, aunque al mismo tiempo, colaborando de manera interdependiente. En este contexto, por medio de la presente la investigación que se realizó se puede concluir que:

Se desarrolló una secuencia didáctica orientada a potenciar los niveles argumentativos de los estudiantes del Énfasis Didáctico I en la Universidad Pedagógica Nacional centrándose en el conocimiento científico adquirido desde lo macro, meso, atómico-molecular y simbólico sobre métodos anticonceptivos hormonales aplicando el enfoque de enseñanza del Thinking Classroom.

La investigación se dividió en tres fases, la fase diagnóstica, con la cual se buscó identificar las concepciones que poseía la población de estudio respecto a los anticonceptivos hormonales, sus usos, efectos secundarios, mecanismos de acción y demás. Se valoró, además, algunas ideas previas necesarias para abordar la temática central, como los grupos funcionales o estereoisomería de las hormonas anticonceptivas. Asimismo, se buscó identificar como construían un argumento al momento de justificar la elección de un método analítico para analizar de forma cualitativa la hormona anticonceptiva sintética levonorgestrel presente en las pastillas.

En la segunda fase se desarrollaron cuatro actividades bajo la metodología de las 7E involucrando algunos elementos del Thinking Classroom que permitieran el empalme entre uno de los niveles de interpretación de la materia con una de las características del argumento de acuerdo con Toulmin, todo en torno a la enseñanza de la química de los métodos anticonceptivos hormonales.

La fase de evaluación consistió en la construcción de un ensayo argumentativo que evidencié explicaciones desde todos los niveles de interpretación de la materia, justificando una postura específica, bien sea a favor o en contra del problema, a través de cada uno de los elementos de un argumento. Para esto, se les presentó un estudio de caso que menciona el desarrollo de la depresión consecuencia de los efectos secundarios del consumo excesivo de anticonceptivos hormonales.

Los resultados de esta investigación se analizaron por medio del software Iramuteq (Interface de R pour les Analyse Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) el cual Salviati, (2017), Camargo y Justo (2013) caracterizan como una herramienta la cual realiza análisis de léxico de un material textual dividiendo el texto analizado y presentándolo en clases jerárquicas o comunidades léxicas, identificadas a partir de los segmentos que comparten un mismo vocabulario,

permitiendo al investigador conocer objetivamente su contenido y poder inferir relaciones para la interpretación de la información a través del análisis textual discursivo como lo cita Velasco y Oliver (2023).

En cuanto a los resultados en el componente disciplinar, se evidenció que los estudiantes desarrollaron nuevos conceptos y comprensión química de la composición y mecanismo de acción de los métodos anticonceptivos hormonales, ya que un gran número de ellos, a través de las actividades, escalaron desde una visión netamente macroscópica de los anticonceptivos hormonales a niveles de interpretación de la materia que comprende la fisiología del ciclo menstrual femenino y su actuar en diferentes órganos del cuerpo humano. Además, la mayoría de la población comprende las interacciones moleculares vistas desde la actividad enzima – ligando como puente entre la comprensión macroscópica y atómico-molecular de las hormonas estudiadas. Finalmente, en el nivel simbólico, los estudiantes lograron relacionar los cromatogramas y cómo se lleva a cabo un control de la dosificación de los anticonceptivos hormonales mediante la aplicación de la técnica de HPLC en el análisis cualitativo del analito estudiado, particularmente, la hormona sintética levonorgestrel.

Por lo tanto, los niveles argumentativos expresados por los estudiantes por medio del ensayo, y evaluados utilizando una rúbrica cualitativa, se enmarcan en niveles de desempeño en su mayoría básicos y buenos. En contraste con el argumento que construyeron en la fase diagnóstica, en esta fase evaluativa demostraron la implementación de los elementos que conforman un argumento según Toulmin. La mayoría de los estudiantes utilizaron los datos aprendidos (diferentes niveles de interpretación de la materia en cuanto a los métodos anticonceptivos hormonales), se apoyaron de investigaciones que garantizaran su postura y proponían conclusiones acordes al desarrollo del argumento. Sin embargo, algunos estudiantes presentaron confusiones en la integración del sustento ya que no relacionaron los resultados obtenidos en la práctica experimental con el problema propuesto para redactar el ensayo. Además, algunos estudiantes no tuvieron en cuenta la probabilidad de que los datos ocurrieran para hacer un uso correcto de los calificadores modales.

El Thinking Classroom fue originalmente diseñado como un enfoque didáctico para la enseñanza de las matemáticas. En este trabajo de investigación se utilizó como un enfoque de la enseñanza en la química, evidenciando que este modelo implementado contribuyó al surgimiento de formas novedosas de mostrar la enseñanza de esta ciencia. Este enfoque permitió realizar la transcripción del conocimiento visto desde los diferentes niveles de la transformación y

entendimiento de la materia en diversas dinámicas del movimiento del saber a través del aula de clases; también mostró el cese de la estructura imbolitaria tradicional, elicitando al estudiante a ser participe de la construcción individual y colaborativa de su conocomiento en el campo disciplinar, en dónde el docente actuó como un dinamizador o mediador del saber en un aula pensante. Todo esto, con el fin de desarrollar habilidades del pensamiento interdisciplinarias como la construcción de un argumento para la resolución de una situación problema.

La enseñanza de la química a menudo se enfrenta al desafío de presentar contenidos que carecen de relevancia para los estudiantes, abordando aspectos que tienen poca conexión con los problemas contemporáneos y sus intereses personales. Lo cual genera un percepción de la enseñanza de la química como algo distante del contexto de los estudiantes, convirtiendola en menos significativa para los estudiantes. En respuesta a esta situación, como futuros profesores es crucial desarrollar propuestas que aborden una contextualización adecuada de los contenidos.

Por ello, el trabajo de grado aquí presentado se destaca por la enseñanza de la química, la cual a menudo aborda temas que carecen de relevancia para los estudiantes, teniendo en cuenta aspectos que tienen poca conexión con los problemas contemporáneos y sus intereses personales. Esto resulta en una enseñanza de la química que se percibe como algo distante del contexto de vida de los estudiantes, volviendose así irrelevante para ellos. Por lo tanto, es común encontrar limitaciones en la enseñanza de la química, como la falta de una adecuada contextualización de los contenidos. En respuesta a esta situación, es crucial diseñar e implementar propuestas educativas que aborden la contextualización adecuada de los contenidos. El trabajo de grado aquí presentado se destaca por su enfoque, diseño y reconocimiento de la importancia de despertar el interés de los estudiantes al vincular la química relacionada con los métodos anticonceptivos con la resolución de los problemas socialmente vivos.

## 10. Recomendaciones

El tiempo es un elemento crucial en el desarrollo de actividades Thinking Classroom ya que es importante que la estructuración y la aplicación de las diferentes tareas tengan en cuenta los diversos niveles de comprensión del contenido y la habilidad en la resolución de problemas por parte de los estudiantes. Generalmente no se les permite un correcto procesamiento entre la adquisición del contenido presentado, con la situación propuesta antes de llegar a la evaluación, por lo que sería viable pensar en estrategias para la comprensión y recepción de los contenidos a largo plazo, para que no solamente se vean reflejados en la evaluación, sino también en situaciones problemas del diario vivir.

En contraste con las matemáticas, la construcción del conocimiento químico debe establecer un puente sólido entre las interacciones y transformaciones de la materia a nivel macroscópico y las explicaciones a nivel atómico - molecular o simbólico para la comprensión de las interacciones moleculares que explican los fenómenos observables. Este puente son las interpretaciones de los resultados de tipo organolépticos, numéricos o gráficos que se obtienen de la transformación de las sustancias cuando se llevan dichos fenómenos al experimento en el laboratorio. La interpretación de esta información es un desafío tanto para la comprensión por parte de los estudiantes, cómo la enseñanza por parte de los docentes, razón por la cual, la presentación de informes de laboratorio se ha convertido en una estructura esquemática en el cumplimiento de una tarea. Por tal motivo, se pretende proponer una décimo quinta estrategia en un aula de clases Thinking Classroom con la cual se pueda adaptar este modelo desde la enseñanza de las matemáticas a la enseñanza de la química. Siendo así:

*¿Qué analizan los estudiantes sobre los resultados obtenidos en el laboratorio?*

## 11. Bibliografía

- (T3DB) The Toxin and Toxin Target Database. (2014). *Ethinyl Estradiol (T3D4743)*. Obtenido de The Toxin and Toxin Target Database (T3DB): <http://www.t3db.ca/toxins/T3D4743>
- (T3DB), The Toxin and Toxin Target Database. (2014). *Levonorgestrel (T3D4749)*. Obtenido de The Toxin and Toxin Target Database (T3DB): <http://www.t3db.ca/toxins/T3D4749#taxonomy>
- Andrizzi, S., Laba, R., & Quattrocchi, O. (1992). *Introducción a la HPLC- Aplicación y práctica-capítulo 10 análisis cuantitativo*.
- Bagur, S., & Et al. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 27(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/916/91668059003/html/>
- Ballesteros, R. (2022). Efectos de los anticonceptivos orales en la aversión al riesgo en mujeres jóvenes colombianas. *Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ciencias Económicas*.
- Baltodano, N. ..., & Rivera, O. (2017). *Nivel de Conocimientos, Actitudes y Prácticas sobre Métodos Anticonceptivos en Estudiantes del Instituto de Secundaria Miguel de Cervantes del municipio de Managua, en el periodo del 1° de Febrero al 30 de abril del 2016*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua: <https://repositorio.unan.edu.ni/7410/1/97508.pdf>
- Beltran, C., & Garay, J. (2016). Representaciones sociales de los métodos anticonceptivos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias de la Salud*, 5(10). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5848352>
- Beltrán, D. (2009). Anticoncepción Hormonal Combinada: Aspectos metabólicos y clínicos según las diferentes vías de administración y gestágeno utilizado. *Universidad de Salamanca. Departamento de obstetricia, ginecología y pediatría.*, 178-179.
- Blanco, F., & Vargas, J. (2022). *Acceso y uso de anticonceptivos hormonales orales en población de sexo femenino del municipio de Aguazul, Casanare*. Obtenido de [Trabajo de grado para optar por el título de Químicas Farmacéuticas] Universidad del Bosque. Bogotá DC, Colombia: <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/7678/Acceso%20y%20Uso%20de%20anticonceptivos%20hormonales%20orales%20en%20poblaci%C3%B3n%20de%20sexo%20femenino%20del%20municipio%20de%20Aguazul%20Casanare.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bottini, Z. (2019). *Métodos anticonceptivos: información para conocer, discernir y decidir*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Educa, : 1a edición especial.
- Caamaño, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique 41 Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 68-81.
- Camargo, B., & Justo, A. (2013). Iramuteq: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas en Psicología*, 21(2), 513-518. Obtenido de <https://doi.org/10.9788/tp2013.2-16>.
- Castellanos, P., & Romero, E. (2017). *Reacciones Adversas Reportadas por Anticonceptivos Inyectables al Programa Distrital de Farmacovigilancia*. Obtenido de [Trabajo de grado para optar por el título de Química Farmacéutica] Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/654/REACCIONES%20ADVERSAS%20REPORTADAS%20POR%20ANTICONCEPTIVOS%20INYECTABLES%20A>

[L%20PROGRAMA%20DISTRITAL%20DE%20FARMACOVIGILANCIA,%20BOGO  
T%C1%20D.C.,%202011%20-%202016.pdf;jsessionid=C778C620E2DEE2DA5D](https://www.t3db.ca/toxins/T3D4743#identification)

- Castillo, B. & García, A. (1988). *Cromatografía líquida de alta resolución*. Noriega editores.
- Castro, L. (2019). Sistema integrado de construcción espacial tipo casquete de esfera perforada. En C. Samper y L. Camargo (Eds.), *Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones*, 24, 59-65.
- Chavez, C. (2012). *Asociación entre el uso del acetato de medroxiprogesterona con el grado de conocimiento del mecanismo de acción y efectos secundarios en el C.S.* Obtenido de [Trabajo de grado para optar por el título de Licenciada en Obstetricia] Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <https://core.ac.uk/download/pdf/323343413.pdf>
- Comelli, N., Ortiz, E., & López, B. (2002). El Aprendizaje Basado en Problemas. Una Propuesta Didáctica para el Area Fisicoquímica. *Producciones Científicas. Sección: Ciencias Naturales*. Obtenido de <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVOS/NOA2002/Aprendizaje%20Basados%20Problemas.pdf>
- Dávila, L., & Rengifo, I. (2022). *Diseño de una material didáctico digital para el reconocimiento e integración de los niveles de representación de la química*. Obtenido de [Trabajo de grado para optar por el título de licenciadas en educación básica], Universidad del Valle.: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/bcf94289-0477-4817-bacd-b5ee36b408e4/content>
- De La Fuente, N. (2019). *Anticonceptivos hormonales una visión fisiológica*. Obtenido de Universidad de Sevilla: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/103889/DE%20LA%20FUENTE%20LEON%20NATALIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De la Rosa, L. (2011). *Problemáticas y alternativas en la enseñanza de la química de la educación media en la isla de San Andrés [Tesis grado para optar por el título de Magister en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales]*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz, S., & Schiappacasse, V. (2017). *Instituto Chileno de Medicina Reproductiva*. Obtenido de [https://icmer.org/wp-content/uploads/2019/Temas\\_destacados/Anticoncepcion\\_de\\_emergencia/Que-y-cuales-son-los-metodos-anticonceptivos-25032017.pdf](https://icmer.org/wp-content/uploads/2019/Temas_destacados/Anticoncepcion_de_emergencia/Que-y-cuales-son-los-metodos-anticonceptivos-25032017.pdf)
- España, V. (2012). Educación para la sexualidad; las dificultades de aprendizaje de los educandos de grado octavo y ¿cómo contribuir a su solución? *Asociación Colombia para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT*, 5, 117 - 128.
- Ethinyl Estradiol (T3D4743). (2014). *The Toxin and Toxin Target Database*. Obtenido de T3DB: <http://www.t3db.ca/toxins/T3D4743#identification>
- Fallon, A., Booth, R., & Bell, L. (1987). *Applications of HPLC in biochemistry*. Elsevier Science.
- Farmacopeda. (2013). *Farmacopeda Volumen II*. Argentina: Administración Nacional de Medicamentos- Alimentos y Tecnología Médica.
- Gómez, A., & Ramirez, C. (2018). *Las 7e en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos relacionados con los micro y macronutrientes*. Obtenido de Repositorio Universidad Pedagógica Nacional: <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/9270/TE-22218.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Guzmán, Y., Flores, R., & Tirado, F. (2012). La evaluación de la competencia argumentativa en foros de discusión en línea a través de rúbricas. *Innovación Educativa*, 12(60), 17-40. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4219776>
- Hernandez, B. (Enero de 2014). *Validación del método analítico por HPLC para disolución de levonorgestrel 1,5mg grageas*. Obtenido de DOCPLAYER: <https://docplayer.es/12918259-Validacion-del-metodo-analitico-por-hplc-para-disolucion-de-levonorgestrel-1-5-mg-grageas.html>
- IDEAM. (21 de 10 de 2020). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de instructivo de confirmación o validación de métodos analíticos: <http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/35488871/M-S-LC-I038+INSTRUCTIVO+DE+CONFIRMACI%C3%93N+O+VALIDACI%C3%93N+DE+M%C3%89TODOS+ANAL%C3%8DTICOS+v3.pdf/cd82e785-16f2-4ffa-b965-4614a9808f38?version=1.0>
- Jodelet, D. (1986). *La representación social: fenómenos, concepto y teoría*. Obtenido de Psicología Social: [https://www.researchgate.net/publication/327013694\\_La\\_representacion\\_social\\_fenomenos\\_concepto\\_y\\_teor%C3%ADa](https://www.researchgate.net/publication/327013694_La_representacion_social_fenomenos_concepto_y_teor%C3%ADa)
- Lete, I., & Et al. (2014). Capítulo 1: situación de la anticoncepción hormonal oral en España. En S. E. Contracepción, *Manual de anticoncepción hormonal oral* (págs. 1-9).
- Li, J., & et al. (2021). Homotropic Cooperativity of Midazolam Metabolism by Cytochrome P450 3A4: Insight from Computational Studies. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 61(5), 2418-2426. Obtenido de <https://doi.org/10.1021/acs.jcim>
- Liljedahl, P. (2021). *Building thinking classrooms in mathematics*. Corwin: a sage publishing company.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e investigación*(22), 41 - 60 .
- Matějček, D., & Kubáň, V. (2007). High performance liquid chromatography/ion-trap mass spectrometry for separation and simultaneous determination of ethynylestradiol, gestodene, levonorgestrel, cyproterone acetate and desogestrel. *Analytica Chimica Acta*, 304-315.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Obtenido de Serie de Guías N° 7 del MEN: [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2008). *La dimensión de la sexualidad en la educación de nuestros niños, niñas, adolescentes y jóvenes*. Obtenido de UNFPA. Ministerio de Educación Nacional de Colombia: <https://colombia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/modulouno.pdf>
- Ministerio de Salud y col. (2015). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Obtenido de ENDS Colombia: <https://profamilia.org.co/wp-content/uploads/2019/05/ENDS-2015-TOMO-II.pdf>
- Ministerio Nacional de Salud de Argentina. (2014). *Método Anticonceptivos: guía práctica para profesionales de la salud*. Obtenido de Ministerio Nacional de Salud, Buenos Aires, Argentina: <http://iah.salud.gob.ar/doc/Documento49.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales*. Obtenido de [https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2022-06/DBA\\_C.Naturales-min.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf).

- Mohamad, N. (2001). Determinação de hormonas esteróides em contraceptivos orais por cromatografia líquida de alta eficiência. *Universidade de São Paulo- Facultad de ciências farmacêuticas*.
- Molina, M. (2012). Argumentar en clases de Ciencias Naturales: una revisión bibliográfica. *III Jornadas de Enseñanza e Investigación en el Campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación*, 553-564. Obtenido de <https://www.aacademica.org/maria.elena.molina/12>
- Morales, Y., & Suarez, D. (2018). *Principios básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas*. Fundación Universidad de América.
- Newshop11. (s.f.). *Silueta de figura femenina símbolo de dama icono de cuerpo de mujer aislado sobre fondo blanco*. Obtenido de Freepik: [https://www.freepik.es/vector-premium/silueta-figura-femenina-simbolo-dama-icno-cuerpo-mujer-aislado-sobre-fondo-blanco\\_23284102.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/silueta-figura-femenina-simbolo-dama-icno-cuerpo-mujer-aislado-sobre-fondo-blanco_23284102.htm)
- Nicole, M., & Dickson, K. (2019). Implementing Reciprocal Peer Teaching in the Instrumental Analysis Laboratory. *American Chemical Society*.
- Nikolin, B., Imamović, B., Medanhodžić-Vuk, S., & Sober, M. (2004). High performance liquid chromatography in pharmaceutical analyses. *Biomolecules and Biomedicine. Bosnian Journal Of Basic Medical Sciences*, 4(2): 5-9.
- Ocampo, T. (2017). *Una aproximación al desarrollo de habilidades del pensamiento crítico desde el modelo de las 7e empleando laboratorios virtuales como estrategia para minimizar el impacto en la salud de los hidrocarburos aromáticos*. Obtenido de Repositorio Universidad Pedagógica Nacional: <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10714/TE-21282.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oficiales, M. (2018). *Levonorgestrel y Etinilestradiol*. United States Pharmacopeia.
- Ordoñez, M. (2019). Aprendizaje cooperativo una propuesta para indagar los posibles efectos de los métodos anticonceptivos hormonales en los procesos de aprendizaje en estudiantes de la licenciatura en química. *Universidad Pedagógica Nacional- Departamento en Química*.
- Organización Mundial de la Salud. (1975). *Education and treatment in human sexuality : the training of health professionals, report of a WHO meeting [held in Geneva from 6 to 12 February 1974]*. Geneva. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/38247>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *La salud sexual y su relación con la salud reproductiva: un enfoque operativo*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274656/9789243512884-spa.pdf>
- Orrego, M. e. (2019). Problemas actuales en la enseñanza de la Química a alumnos de bachillerato. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 6(3). Obtenido de <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>
- Pal, V., & Pal, Y. (2020). Analytical method development and method validation for determination assay and content uniformity of Levonorgestrel by reversed-phase High Performance Liquid Chromatography. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 13(4), 101-107.
- Parga, I. D. (2014). *Dificultades de enseñanza-aprendizaje y su relación con las actitudes hacia la química*. Obtenido de Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (Extra): <https://doi.org/10.17227/01203916.3192>
- Pérez, I., Cerdan, J., & Mendoza, A. (2015). *Aprendizaje colaborativo en un Laboratorio de Química Inorgánica en la Facultad de Química Farmacéutica Biológica de la Universidad*



- Veracruzana. Obtenido de Tendencias y desafíos en la innovación educativa: un debate abierto: <https://www.repo-ciie.dfie.ipn.mx/pdf/391.pdf>
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciênc. Educ., Bauru.*, 21(2), 307-327.
- Pole, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas. Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. *En Renglonés, revista arbitrada en ciencias sociales y humanidades*(60), 36-42. Obtenido de <https://unidaddegenerosgg.edomex.gob.mx/sites/unidaddegenerosgg.edomex.gob.mx/files/files/Biblioteca%202022/Metodolog%C3%ADa%20para%20la%20Investigaci%C3%B3n%20Social/MIS-4%20Disen%C3%83o%20de%20metodologi%C3%81as%20mixtas.%20Kathryn%20Pole.pdf>
- PubChem. (2005). *PubChem: Medroxyprogesterone Acetate*. Obtenido de PubChem- National Library of Medicine : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6279>
- Ríos, M., Jaramillo, C., Gómez, M. & Mesa, A. (2005). Manual de laboratorio de química básica. *Editorial Universidad pontifica bolivariana*.
- Saraví, D. (2007). Contracepción de emergencia con Levonorgestrel. *Medicina (Buenos Aires)*, 67(5), 481-490. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0025-76802007000500013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802007000500013&lng=es&tlng=es) .
- Secretaria de Salud. (2002). *Introducción a los métodos anticonceptivos: información general*. México D.F.
- Sevrioukova, I., & Poulos, T. (2013). Understanding the Mechanism of Cytochrome P450 3A4: Recent Advances and Remaining Problems. *Dalton Trans*, 42(9), 3116-3126. doi::10.1039/c2dt31833d
- Sharma, S. (2018). 7E Learning Cycle Model: A Paradigm Shift In Instructional Approach. *Shanlax International Journal of Education*, 6(2), 13-22. Obtenido de <https://www.shanlaxjournals.in/wp-content/uploads/7e-learning-cycle-model-a-paradigm-shift-in-instructional-approach.pdf>
- Skoog, D., Holler, J., & Crouch, R. (2008). *Principios de análisis instrumental- sexta edición*. CENGAGE- Learning.
- Stryer, L. (2006). *Biochemistry*. Barcelona-España: Reverté S.A.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Toulmin, A. (2003). *The Uses of Argument (2nd ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press. Obtenido de <https://www.cambridge.org/core/books/uses-of-argument/26CF801BC12004587B66778297D5567C>
- UNICEF. (2022). *Las 12 habilidades transferibles del Marco Conceptual y Programático de UNICEF*. Obtenido de Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia : <https://www.unicef.org/lac/media/30756/file>
- Useche, N. (2017). *Análisis del desarrollo de la habilidad de argumentación escrita a través de experiencias de laboratorio dentro de la asignatura de física en estudiantess del Colegio Leonardo Posada Pedraza. [Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Pedagogía]*. Obtenido de Universidad de la Sabana: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/31100>

- Velasco, C., & Oliver, T. (2023). O testemunho em pesquisa narrativa e a análise textual discursiva associada ao IRAMUTEQ. *Amazonia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 19(42), 18-34.
- Villalobos, V., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 557-581. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662016000200557&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662016000200557&lng=es&tlng=es).
- W.J. Lough & I.W. Wainer. (1996). *High performance liquid chromatography- fundamental principles and practice*.
- Wade, L. (2017). *Química Orgánica- capítulo 25-6 Esteroides*. Pearson .
- Wright, W., Chenge, J., & Chen, T. (2019). Structural perspectives of the CYP3A family and their small molecule modulators in drug metabolism. *Liver Research*, 3(3-4), 132-142. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.livres.2019.08.001>

## 12. Anexos

### 12.1 Secuencia didáctica: De Amor y Moléculas: Aventuras Químicas en la Anticoncepción.



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



**EL THINKING  
CLASSROOM COMO  
ENFOQUE  
DIDÁCTICO PARA  
FOMENTAR LA  
ARGUMENTACIÓN  
CIENTÍFICA EN  
TORNO AL ESTUDIO  
DE ALGUNOS  
ANTICONCEPTIVOS  
HORMONALES**

*Daniel Alejandro Londoño Cuevas  
Karen Juliana Pulido Gaviria*

*Esta revista es construcción exclusiva de los investigadores en el proceso de formulación del trabajo de grado presentado a la Universidad Pedagógica Nacional en el año 2023, por lo que se reserva su autoría.*

*Bajo la dirección de Yair A. Porras y Sonia V. Beltrán*

## **Investigadores**

Daniel A. Londoño  
Karen J. Pulido

## **Director**

Yair A. Porras

## **Codirectora**

Sonia V. Beltrán

## **Imágenes**

La fuente de las imágenes utilizadas aparece al final de esta cartilla

Revista diseñada con fines investigativos. Como instrumento para la recolección, y análisis de datos a través de la propuesta didáctica acogida en la propuesta de investigación.

Esta unidad didáctica ha sido creada con el propósito de fomentar la capacidad de pensamiento crítico, específicamente en la habilidad de argumentación, entre algunos docentes de química en formación. La temática central que guiará nuestras actividades es el análisis cualitativo de métodos anticonceptivos hormonales y su conexión con conceptos químicos. Al abordar este tema, los estudiantes no solo tendrán la oportunidad de comprender la ciencia detrás de los métodos anticonceptivos, sino que también desarrollarán habilidades valiosas para construir y respaldar argumentos sólidos por medio de la resolución de problemas a implementar el enfoque didáctico del Thinking Classroom.

# De Amor y Moléculas: Aventuras Químicas en la Anticoncepción

## ÍNDICE

### Breve contextualización de los conceptos claves para entender la investigación

5



Situación problema

Componente pedagógico y didáctico: Thinking Classroom

La argumentación científica según Toulmin

Cronograma de actividades

### Actividad I: el diagnóstico

14



Círculo tejido

¿Qué sabes de esto?

Algo de química en los anticonceptivos hormonales

### Actividad II: una visión macroscópica de los anticonceptivos hormonales por medio del aprendizaje con grupos colaborativos

18



¿Qué quiero lograr con esta actividad?

El problema

La actividad

**Actividad III: el viaje mesoscópico de las hormonas a través del ciclo sexual femenino.**

**22**



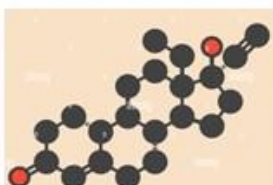
¿Qué quiero qué?

El problema

La actividad

**Actividad IV: ¿Qué tiene que ver la química en todo esto? El puente entre el conocimiento macro y el conocimiento molecular**

**30**



¿Qué quiero lograr con esta actividad?

El problema

La actividad

**Actividad V: Una actividad experimental en el entorno de laboratorio que posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica.**

**38**



¿Qué quiero lograr con esta actividad?

El problema

La actividad

**Actividad VI: La evaluación final.**

**51**

## Breve contextualización de los conceptos claves para entender la investigación

### Situación problema

A lo largo de la historia, se evidencia que la química como ciencia ha tenido una diversidad de transformaciones tanto en los métodos y las técnicas, cómo en los modelos, instrumentos y equipos que han permitido a los seres humanos comprender, explicar, aplicar e intervenir en fenómenos que son observables, los cuales, en muchas ocasiones han mejorado las condiciones de vida. Sin embargo, la articulación de esta ciencia y su componente didáctico en la enseñanza, ha mostrado unas brechas entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento escolar, que, de acuerdo con Orrego, (2019) se debe a que resulta compleja la transposición de los contenidos científicos a este nivel educativo por factores como la carencia de representaciones acordes a dichos conceptos científicos, también se ven involucradas las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje o las metodologías implementadas por los docentes.



Imagen 1. Anticonceptivos. Fuente: <https://www.reneelychnaturopath.com.au/>

En concordancia con la investigación de Orrego (2019) el desinterés de los estudiantes por la Química responde a la falta de motivación por esta ciencia y a la dificultad de su aprendizaje, además de que los alumnos no la perciben como útil para la vida futura. En general se puede describir que la construcción del conocimiento científico suele verse alejado de la interpretación entre los cuatro niveles de descripción de la materia (macroscópico, mesoscópico, microscópico y simbólico), la ambigüedad del lenguaje respecto a los niveles descriptivos, las limitaciones de los códigos representativos de los diagramas y modelos estructurales, el uso superficial del pensamiento analógico, la dificultad de transferir un concepto a un contexto distinto del que se ha aprendido (Caamaño, 2004), y en esencia a las estrategias implementadas por los docentes para la comprensión de los conceptos junto con la falta de articulación con otras disciplinas convirtiendo lo aprendido en conocimiento intransferible; como por

ejemplo, la enseñanza de los contenidos de la química en concordancia con el aprendizaje de la argumentación científica que permita a los estudiantes no solo comprender el campo del saber que abarca la química, sino que también puedan aplicar esos procesos formativos a otros escenarios, incluyendo la vida cotidiana.

Ejemplo de esto se ve reflejado en la precaria educación sexual impartida en las instituciones tanto de educación media como superior respecto al uso correcto de los métodos anticonceptivos hormonales. Esta afirmación se puede fundamentar desde la investigación de España (2012) quién menciona que los estudiantes no aprenden lo suficiente acerca de la educación sexual debido a la información limitada, además de que no se brindan las herramientas necesarias para desarrollar sus propios valores y actitudes con relación a la sexualidad; esto es producto de acciones de los medios de comunicación, los maestros y los padres, quienes la educación sexual la enfocan principalmente en el aspecto biológico, ignorando aspectos éticos, sociales e incluso científicos, lo que conlleva al desarrollo de problemáticas como el embarazo no deseado, enfermedades de transmisión sexual, prostitución, aborto y abuso sexual, afectando los proyectos de vida de los estudiantes

La Encuesta Nacional de Demografía y Salud publicada por Ministerio de Salud y col., (2015) muestra que cerca del 99.7% de 5000 personas entre hombres y mujeres de todas las zonas del país consideradas entre los 13 y los 49 años conocen al menos uno de los métodos anticonceptivos existentes en la actualidad, de los cuales el 80% alguna vez ha recurrido a utilizar uno de estos. Sorprendentemente solamente el 7,6% de dicha población manifiesta la necesidad de asesorarse respecto al método que mejor le beneficie reduciendo la incertidumbre de los efectos secundarios que esto pueda causar en el organismo.

Visto desde el enfoque disciplinar, los componentes de los métodos anticonceptivos hormonales pueden abordarse en la química desde distintas perspectivas como el tipo de hormona especializada, la carga hormonal respecto a la variedad de sustancias anticonceptivas, la presencia de excipientes, los mecanismos de reacción producidos en el cuerpo y los efectos nocivos que puede conllevar el uso inadecuado de estos.

Considerando entonces la educación química vista desde una perspectiva descontextualizada, unidisciplinaria, compleja y lineal respecto al mecanismo de acción de los métodos anticonceptivos hormonales, surge para esta investigación el siguiente cuestionamiento

**¿Qué niveles argumentativos según Toulmin construyen los estudiantes del seminario Énfasis en Didáctica I de la UPN, sobre el uso, acción y metabolismo de algunos anticonceptivos hormonales luego de aplicar una secuencia didáctica diseñada desde el enfoque didáctico del Thinking Classroom?**



Imagen 2. Química. Fuente: <https://www.istockphoto.com/br/foto/mesa-de-sala-de-aula-de-ensino-de-qu%C3%ADmica-vertical-gm874157800-244096982>



## Breve contextualización de los conceptos claves para entender la investigación

Componente Pedagógico y Didáctico

### Thinking Classroom

El Thinking Classroom es un enfoque educativo canadiense desarrollado en los años 2000 por Liljedahl. Surge debido a la falta de enseñanza de habilidades de pensamiento en las aulas, en donde se priorizaban las actividades lineales. Liljedahl propuso un plan centrado no solo en la resolución de ejercicios, sino también en la enseñanza en la resolución de problemas.

Sin embargo, se encontró que los estudiantes se rendían rápidamente al enfrentar nuevos enfoques, ya que los profesores se centraban en resolver ejercicios en lugar de fomentar el pensamiento crítico.

Esta situación se debe a la creencia errónea por parte de los profesores al creer y asumir que los estudiantes no podían pensar durante las actividades y que es más importante cumplir con el plan de estudios, lo que resulta en un aprendizaje deficiente.

Según la investigación de Liljedahl (2021), la organización del aula de clases es un factor importante. La disposición tradicional del aula, donde los estudiantes permanecen sentados pasivamente mientras el profesor transmite información, crea una percepción monótona de la educación. A pesar de los cambios en las mesas de estudio, los recursos y la tecnología a lo largo de la historia, los estudiantes todavía asumen un papel pasivo, lo que afecta su participación y contribución en clase.

Por ello, nace el Thinking classroom, este enfoque propone que todas las habilidades sean transferibles (vistas como habilidades de pensamiento crítico) para que no solo sean utilizadas en la clase, sino que también sean utilizadas para desenvolverse en cualquier contexto.



Imagen 3. Thinking Classroom. Fuente: <https://stressfreemathforkids.com/math-education/building-thinking-classrooms-liljedahl/>

# Thinking Classroom

Como resultado del trabajo Liljedahl (2021) propone una serie de 14 estrategias con las cuales se pueden construir aulas pensantes que fomenten el desarrollo metacognitivo de las diversas habilidades del pensamiento de los estudiantes, las cuales están representadas en la figura.

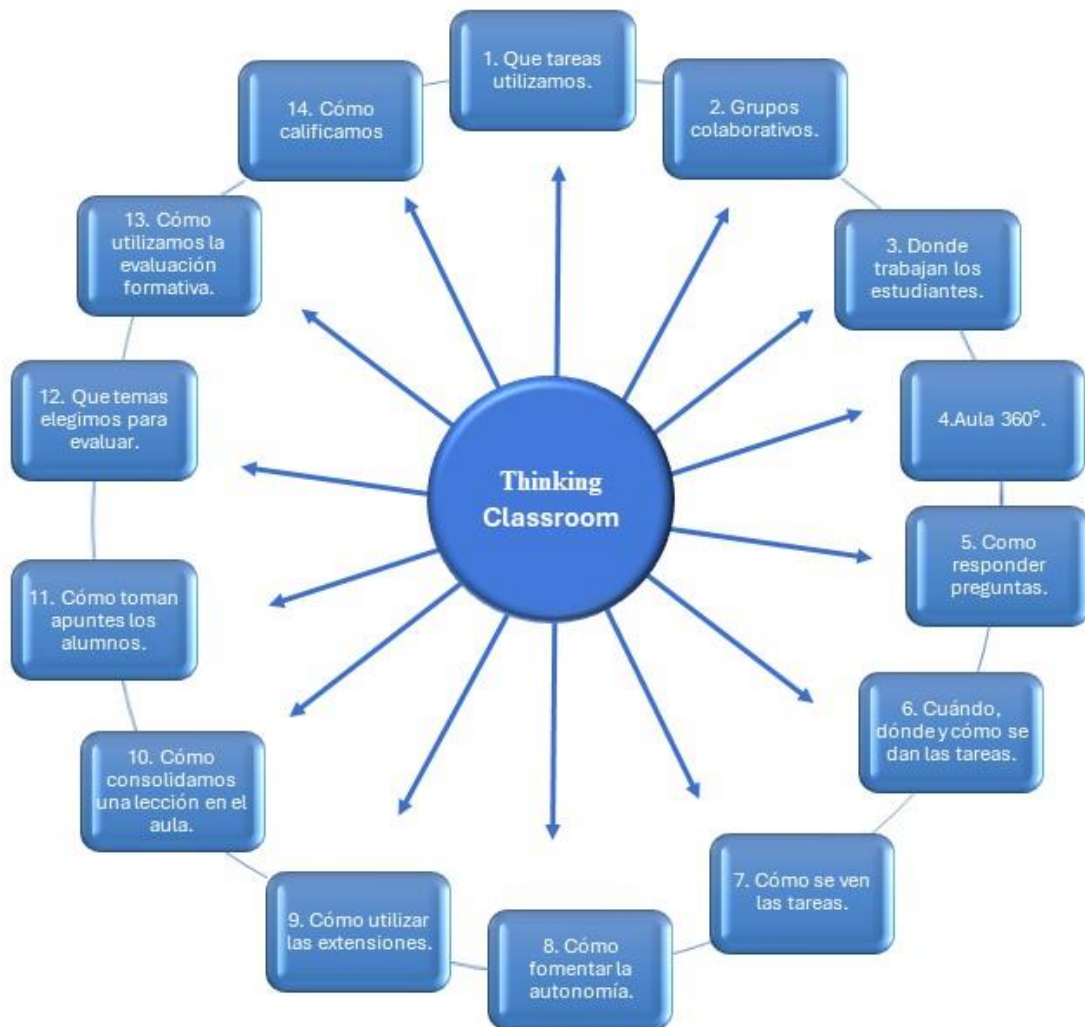


Imagen 4. Estrategias para el desarrollo del Thinking Classroom. Fuente propia. Información adaptada de Liljedahl (2021).

# Thinking Classroom

Para el presente proyecto, de las 14 estrategias propuestas por Liljedahl (2021) de las cuales para el presente proyecto se tendrán en cuenta seis de ellas.

1. Que tareas que utilizamos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Orientar la tarea a la audiencia correcta, pensar en el que quiero que desarrollen los estudiantes con esta tarea.</li></ul>
2. Grupos colaborativo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estimulan un entendimiento más completo movilizandoo el pensamiento en el aula de clase y generando una participación activa.</li></ul>
4. Aula 360°	<ul style="list-style-type: none"><li>• Salón de clases sin un frente fijo, varios tableros, ya que en el aula tiene un papel muy importante en la determinación de que tipo de aprendizaje se quiere tener en este lugar.</li></ul>
5. Cómo responder preguntas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Como maestros debemos evaluar el tipo de preguntas que se tienen, generar preguntas de proximidad, preguntas para dejar de pensar y preguntas para seguir pensando.</li></ul>
8. Cómo fomentar la autonomía.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aportar más confianza y autonomía en el estudiante, ya que la falta de esta reduce la necesidad de que los estudiantes piensen.</li></ul>
11. Cómo tomar apuntes.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obligar a los estudiantes que tomen apuntes es de las instrucciones más duras que se ven en el aula de clase, debido a que no todos sintetizan la información de la misma manera.</li></ul>

Imagen 5. Estrategias para el desarrollo del Thinking Classroom utilizadas en la Investigación.  
Fuente propia. Información adaptada de Liljedahl (2021).



## La argumentación científica Según Toulmin

La argumentación científica según Stephen Toulmin es un enfoque que busca establecer la validez de una afirmación o hipótesis en el ámbito científico a través de una estructura lógica y bien fundamentada. Lo que facilita el debate crítico, la toma de decisiones y la evaluación de la validez de las afirmaciones en el ámbito científico.

Para Toulmin es importante la forma en que se construye el conocimiento científico en el aula depende de varios factores que influyen en si se considera que el proceso es exitoso o no.



Imagen 6. Comunicación en el aula. Fuente: <https://resources.quizalize.com/view/quiz/la-comunicacin-en-el-aula-8d705fa7-9e89-4fa3-82bd-456ede3d4af6>

Uno de esos factores es la comunicación entre los estudiantes y los profesores. A través de la comunicación, se puede identificar y comprender las ideas que tienen los alumnos sobre la explicación de un concepto o fenómeno.

De esta manera “el proceso de enseñanza y aprendizaje se basa en eventos comunicativos que evolucionan a medida que el conocimiento es más complejo, desde la descripción y la calificación, hasta la predicción y la argumentación”.

Para el presente proyecto se ha optado por adoptar el modelo argumentativo propuesto por Toulmin, debido a su aplicabilidad en una amplia variedad de contextos, incluyendo el campo de la química como ciencia y como espacio formativo.

En ese orden de ideas, el proceso de argumentación descrito por Toulmin (2003) posee seis elementos esenciales con los cuales se puede caracterizar y evaluar un argumento: los datos, la conclusión, las garantías, el sustento, el calificador modal y las condiciones de restricción.



Imagen 7. Pensamiento abstracto. Fuente: <https://aulavirtual2020.unsa.edu.pe/2020A/course/info.php?id=9707&lang=en>

## La argumentación científica Según Toulmin

Para el presente proyecto, se va a tener en cuenta los seis elementos esenciales propuesto por Toulmin (2003) explicadas por Useche (2017), presentados de la siguiente forma.

### Los datos

- Se refieren al conjunto de información que el autor del argumento revela a partir de lo que conoce y lo que ha vivido; “Son los elementos, antecedentes y hechos que sirven para justificar la afirmación realizada, se distinguen por ser la base que fundamenta a la conclusión”.

### La conclusión

- Es la afirmación o postulado la cual se pretende que otra persona acepte, incluso si esta contradice una creencia u opinión previamente establecida. Sin embargo, para respaldar esta afirmación, es necesario presentar una sólida justificación y evidencias.

### Las garantías

- Son los elementos clave que funcionan como un puente entre la conclusión y los datos. “Se basa en principios, leyes, reglas, patrones o fórmulas. Justifica la importancia de la evidencia”.

### El sustento

- Son situaciones globales que permiten apoyar las garantías por medio de “estudios científicos, estadísticas, creencias de una comunidad, estudios relacionados con el tema, entrevistas a expertos, entre otros”.

### El calificador modal

- Para Pinochet (2015) es el conector entre las garantías y algunos datos el cual otorga cierto grado de certeza a la afirmación que está por proponerse, ejemplo de esto “a veces”, “siempre”, “probablemente”.

### Las condiciones de refutación

- Son restricciones las cuales condicionan la veracidad de la conclusión “Son elementos que expresan posibles objeciones o contraargumentos que se pueden formular exceptuando la tesis; da indicios a debilidades convirtiéndose en una excusa para indagar. Son expresiones como a *menos que*, a *excepción de*”.

## Cronograma de actividades

Actividad	Sesión	Hora
I Prueba diagnóstica	Sesión I: 25 de septiembre del 2023	09:00 a.m. a 10:40 a.m. 1 hora y 40 minutos
Introducción al trabajo de grado: explicación del thinking classroom y modelo de toulmin.	Sesión I: 25 de septiembre del 2023	10:40 a.m. a 12:00 p.m. 1 hora y 20 minutos
II Macroscópico: fichas anticonceptivas	Sesión II : 27 de septiembre del 2023	09:00 a.m. a 10:30 p.m. 1 hora y 30 minutos
III Proporcionar lecturas sobre el levonorgestrel y el Acetato de medroxiprogesterona (se llevan tarea para la casa )	Sesión II : 27 de septiembre del 2023	10:30 a.m. y 12:00 p.m. 1 hora y 30 minutos
Antes de la actividad IV se presenta el desarrollo de la tarea III. Utilizar modelos humanos del departamento de biología	Sesión III: 2 de octubre del 2023	09:00 a.m. a 09:40 a.m. 40 minutos
IV Modelos moleculares isomería y si se puede trabajar el AutoDock	Sesión III: 2 de octubre del 2023	09.40 a.m. a 12:00 p.m. 2 horas y 20 minutos
V Laboratorio	Sesión IV : 4 de octubre del 2023	3 horas
Charla por parte de la analista Lina Sánchez En cuanto al equipo HPLC. Determinación de concentración a partir de una curva de calibración simulada.		
VI Prueba final	Sesión V: 9 de octubre del 2023	1 hora
Total	Cinco sesiones	13 horas



Imagen 8. Salón de clases. Fuente: <https://www.pexels.com/es-es/foto/escritorio-escritura-colegio-educacion-7092538/>

## Actividad I: El diagnóstico

Guía  
docente

Objetivo de la actividad		
<p>Caracterizar los conocimientos y habilidades argumentativas de los licenciados en formación sobre métodos anticonceptivos. Buscando identificar sus conceptos previos, comprensión y capacidad para argumentar coherentemente en este tema.</p>		
Descripción de la actividad		
<p>La prueba diagnóstica se divide en tres partes, donde inicialmente se realizará una actividad integradora con los estudiantes en un “circulo tejido” en donde, a través de una pregunta orientadora, las personas involucradas en el círculo se rotarán una bola de hilo cada vez que alguien mencione un concepto desde cualquier campo del saber que considere, está asociado o juega un papel en cuanto a métodos anticonceptivos. Los conceptos mencionados se registrarán en un documento en la nube para posteriormente realizar el respectivo análisis. Luego se realiza una encuesta clasificatoria para identificar el género de la población de estudio y qué conoce a nivel macroscópico sobre anticonceptivos. Finalmente, se realiza una tercera prueba para reconocer que conciben a nivel mesoscópico, microscópico y simbólico sobre algunas de las hormonas principio activo de los métodos anticonceptivos.</p>		
Elementos de la actividad		
ThinkingClassroom	7E	Componente de un argumento
¿Qué tipo de tareas se utilizamos en un aula de pensamiento?	Enganchar	Recolección e identificación de los datos





## Círculo tejido

Guía  
estudiante

¿Qué crees que deberíamos saber y entender como sociedad sobre métodos anticonceptivos para asegurarnos de construir argumentos informados y responsables en relación con nuestra salud sexual y reproductiva?

Registrar los  
conceptos  
aquí



## ¿Qué sabes de esto?

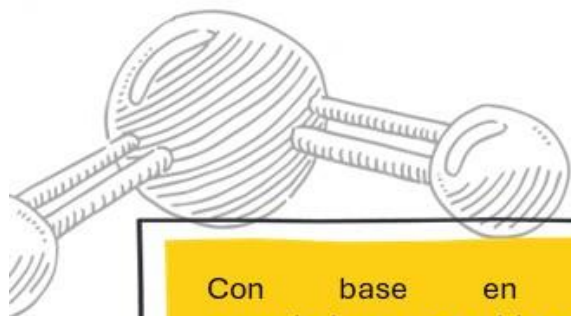


Con base en la experiencia que social y culturalmente has adquirido respecto al uso de anticonceptivos, responde la siguiente encuesta.



Tiempo estimado: 15 min

## Algo de química en los anticonceptivos hormonales



Con base en los conocimientos adquiridos a lo largo de tu formación como licenciado en química, contesta las siguientes preguntas.



Responde aquí



Tiempo estimado: 30 min





Imagen 8. Aprendizaje colaborativo. Fuente: [https://www.ivo.ox.com/desarrollo-social-a-adolescencia-audios-mp3\\_rf\\_118201541\\_1.html](https://www.ivo.ox.com/desarrollo-social-a-adolescencia-audios-mp3_rf_118201541_1.html)

## Actividad II:

Una visión macroscópica de los anticonceptivos hormonales por medio del aprendizaje con grupos colaborativos

Guía docente

### Objetivo de la actividad

Elicitar la comprensión de los métodos anticonceptivos y sus principales hormonas utilizando la estrategia de grupos colaborativos del Thinking Classroom (TC). Con el fin de que los estudiantes, al analizar las pistas macroscópicas sobre distintos métodos anticonceptivos, comprendan y apliquen las condiciones de refutación para construcción de argumentos sólidos.

### Descripción de la actividad

En esta sesión se utilizará principalmente la estrategia de grupos colaborativos del TC; los nombres de los estudiantes estarán escritos en un papel y se organizarán equipos aleatorios de tres estudiantes. Posteriormente, los investigadores darán una breve introducción al proyecto, y se trabajará el concepto de método anticonceptivo, una comparación entre los tipos de métodos y las principales hormonas que componen estas sustancias.

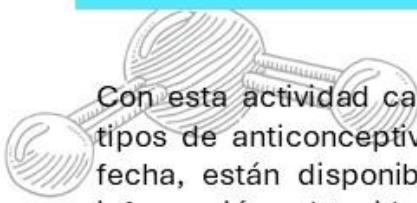
En seguida, se le dará a cada equipo un conjunto de pistas que caracteriza de forma macroscópica algunos de los métodos anticonceptivos y sus respectivas hormonas. La primera tarea de los estudiantes es seleccionar cuál de los métodos anticonceptivos (dispuestos en imágenes alrededor del aula) hace referencia las pistas dadas; posteriormente el objetivo será que, uno de los integrantes del grupo rote frecuentemente por cada una de las otras mesas de trabajo, para que pueda explicarle a los demás las características del método que le correspondió y también escuchar los métodos de los demás grupos. Al final de la actividad, se le solicitará a cada uno que haga un resumen de forma libre, aplicando un tercer parámetro del TC “¿Cómo tomar apuntes?”, en donde expresen todo lo aprendido durante la clase. Toda esta información la utilizará los estudiantes para proponer al menos una solución al problema presentado más adelante.

### Elementos de la actividad

Thinking Classroom	7E	Componente de un argumento
¿Cómo disponer de un aula 360°? ¿Cómo responder a las preguntas? ¿Cómo tomar apuntes? ¿Cómo formamos grupos colaborativos?	Elicitar	Condiciones de refutación

## ¿Qué quiero lograr con esta actividad?

Guía  
estudiante



Con esta actividad caracterizarás a nivel macroscópico los diferentes tipos de anticonceptivos hormonales y no hormonales que, hasta la fecha, están disponibles como métodos de planificación. Utiliza la información obtenida en esa sesión para crear condiciones de refutación para elaborar un argumento.

## El problema

Describe los criterios clave que utilizarías para diferenciar y caracterizar cada uno de los métodos anticonceptivos.

¿Cómo podrían estos criterios influir en la elección informada de un método anticonceptivo por parte de las personas?

Considerando únicamente las características macroscópicas, plantea cómo un método anticonceptivo podría impactar la percepción pública y los posibles mitos asociados a su uso.

## La actividad

Siguiendo las instrucciones del docente, trabaja en equipo con todos los compañeros en el aula, de manera tal que puedas reunir la cantidad máxima de información para darle una respuesta a la situación planteada previamente. Con las pistas que describen cada uno de los métodos anticonceptivos, descifra el método que le correspondió a tu equipo y comparte la información con los demás.



Descarga aquí  
las pistas con  
las  
respectivas  
respuestas .



Organiza la información de  
la manera que lo desees,  
tratando de recopilar todo  
lo aprendido hoy.  
Comparte tus apuntes aquí.

Responde la  
pregunta  
problema aquí





Imagen 9. Fisiología Humana Fuente: <https://st.quora.com/tema/Fisiologia-humana-04a>

## Actividad III:

### El viaje mesoscópico de las hormonas a través del ciclo sexual femenino

Guía docente

#### Objetivo de la actividad

Fomentar el uso de garantías de un argumento por medio del aprendizaje de conceptos fisiológicos y bioquímicos con una dinámica de juegos de roles de los mecanismos de acción de las hormonas anticonceptivas en el ciclo menstrual femenino.

#### Descripción de la actividad

**Preparación del Escenario:** el docente creará una serie de estaciones o áreas en el aula que representen diferentes etapas del ciclo menstrual y las hormonas involucradas. Por ejemplo, diseñar una estación para la fase folicular, otra para la fase ovulatoria, una tercera para la fase lútea y una última para la menstruación.

**Roles y Participantes:** el docente asigna a cada estudiante un papel específico en esta simulación, como ser una hormona particular (por ejemplo, estrógeno, progesterona, hormona luteinizante, hormona estimulante del folículo, etc.) o un componente del sistema reproductor femenino (ovario, útero, hipotálamo, etc.).

**Interacción Dinámica:** Los estudiantes se moverán de estación en estación siguiendo el ciclo menstrual, interactuando entre sí en función de sus roles asignados. Deberán comunicarse y cooperar para recrear los eventos hormonales y fisiológicos que ocurren en cada fase del ciclo.

**Guion de Roles:** Antes de comenzar la actividad, proporciona a cada estudiante un guion breve que explique su función y cómo interactuar con los demás roles en cada etapa. Esto permitirá que los estudiantes comprendan mejor las interacciones hormonales y el proceso en su conjunto.

**Reflexión y Discusión:** Después de completar la simulación, reúne a los estudiantes para una discusión guiada. Pregunte sobre los desafíos que enfrentaron al interactuar como hormonas y órganos, cómo trabajaron juntos para lograr un ciclo menstrual exitoso y cómo esta experiencia les ayudó a comprender mejor el mecanismo de acción de los anticonceptivos hormonales.

#### Elementos de la actividad

Thinking Classroom	7E	Componente de un argumento
¿Cómo disponer de un aula 360°? ¿Cómo tomar apuntes? ¿Cómo formamos grupos colaborativos? ¿Cómo fomentar la autonomía?	Explorar	Las garantías



## ¿Qué quiero lograr con esta actividad?

Guía  
estudiante

Con esta actividad caracterizarás a nivel mesoscópico algunas de las hormonas más utilizadas en métodos anticonceptivos desde la comprensión del mecanismo de acción sobre el ciclo menstrual femenino por medio de una actividad grupal que fomentará el aprendizaje basado en cooperación. Al final de la actividad, comprenderás cómo se amplían los datos obtenidos para la construcción de argumentos

## El problema

¿Cómo pueden las diferencias individuales en la respuesta hormonal afectar la eficacia de los anticonceptivos orales? ¿Existen diferencias en la eficacia entre los anticonceptivos inyectables y los orales?

¿Cuáles son las implicaciones a largo plazo del uso continuado de anticonceptivos hormonales en la salud de las mujeres? ¿Existen riesgos a considerar?

En relación a la diferencia entre hombres y mujeres en el uso de anticonceptivos hormonales, ¿qué papel juega la biología en esta disparidad? ¿Cuáles podrían ser los desafíos en la implementación de métodos anticonceptivos hormonales masculinos?

## La actividad

El docente te asignará un rol dentro del ciclo menstrual femenino. Tu tarea es comprender la importancia de ese rol en relación con el uso de anticonceptivos. Trabaja junto con tus compañeros para compartir información y crear una simulación que explique de manera coherente cómo funcionan biológicamente las hormonas anticonceptivas en el cuerpo humano. Utiliza un maniquí morfológico humano para ilustrar tus explicaciones. Al finalizar la simulación, participa en un debate donde resolverás la situación problemática planteada en la sección "La situación".



### El ciclo menstrual femenino

Acción biológica de la hormona  
Levonorgestrel procedente de  
anticonceptivos orales diarios

Información adaptada de Beltrán  
(2009)

La utilización de hormonas como sistema anticonceptivo, se fundamenta en el hecho, de poder interferir las comunicaciones normales, que sincronizan un mecanismo tan complejo, como es la ovulación, el funcionalismo tubárico, la preparación del endometrio y las modificaciones producidas en el moco cervical.

### Rol estrógenos/progestágenos

La administración combinada de estrógenos/progestágenos activos, por vía oral, superó la problemática endometrial, aumentando la eficacia anticonceptiva final como resultado de la combinación de ambos esteroides. Estos métodos poseen una acción central inhibitoria intensa, con valores bajos de FSH, LH, estradiol y progesterona, los cuales, son un fiel reflejo del "reposo del ovario" conseguido con la medicación.

Los estrógenos naturales, resultan poco efectivos al ser administrados por vía oral, debido al rápido metabolismo hepático. La adición del grupo 17-etinil-alfa-estradiol, incrementa la potencia y aumenta la actividad en la administración oral, dado que, impide la degradación metabólica a nivel hepático.



Imagen 10. Hormonas femeninas.

Fuente:

[https://www.freepik.es/vector-premium/formulas-quimicas-vectoriales-hormonas-estrogeno-testosterona\\_34879940.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/formulas-quimicas-vectoriales-hormonas-estrogeno-testosterona_34879940.htm)

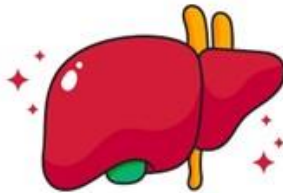


Imagen 11. Hígado. Fuente:

<https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/12045766-pulmon-humano-anatomia-biologia-organo-cuerpo>

Cuando se ingiere este compuesto, el cuerpo lo absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal. Luego, experimenta cambios en la mucosa del intestino delgado y en el hígado. Como resultado, después del primer paso de absorción, solo entre el 38% y el 48% del compuesto original permanece disponible para su uso en el cuerpo.

Este proceso guarda similitud con el que ocurre con los estrógenos naturales, ya que el compuesto se une a ciertos grupos conocidos como sulfatos en el intestino delgado. A continuación, entra en lo que se llama el sistema portal y llega al hígado. En el hígado, se completa la conjugación del compuesto, implicando grupos sulfato y glucurónico, lo que marca el inicio de su proceso de transformación definitiva.

La transformación del compuesto en formas inactivas en el hígado es un proceso lento y comienza en el anillo A del compuesto. Esto se lleva a cabo gracias a una enzima llamada P450NF, nombrada de esta manera debido a su capacidad para modificar la nifedipina. Concretamente, actúa sobre el carbono 2 del compuesto, generando una forma 2-hidroxilada. Aunque esta forma aún conserva cierta actividad, el cuerpo la elimina más rápidamente que la forma original del compuesto.

### Rol vesícula biliar

Después de la hidroxilación, ya sea con o sin conjugación, el compuesto se traslada a la vesícula biliar y luego se secreta junto con la bilis hacia el intestino delgado. A partir de este punto, puede tener dos destinos: ser eliminado en las heces o, alternativamente, la parte del compuesto que está conjugada y no ha sido hidroxilada puede ser transformada nuevamente en esteroides libres. Esto ocurre a través de un proceso llamado hidrólisis, que implica la ruptura de los grupos sulfato y glucurónico, y es llevado a cabo por las bacterias intestinales. Los esteroides libres resultantes son luego absorbidos nuevamente en el intestino.

Este ciclo de absorción y eliminación del etinilestradiol se denomina circulación enterohepática, lo que significa que el compuesto pasa repetidamente por el hígado y el intestino delgado. Esta circulación enterohepática asegura que las concentraciones del compuesto en la sangre se mantengan a niveles adecuados durante más de 24 horas, lo que permite su administración con una sola toma al día.

Finalmente, el compuesto se excreta del cuerpo a través de las heces y la orina en forma de conjugados sulfatos y glucurónico.



Imagen 12. Hígado y páncreas. Fuente: <https://es.vecteezy.com/artes-vectorial/12045766-pulmon-humano-anatomia-biologia-organo-cuerpo>

### Rol hipotálamo

El levonorgestrel, tiene efectos similares a las progestinas en el cuerpo. Al ser transportado por la sangre hacia el sistema nervioso central, actúa bloqueando la comunicación entre el hipotálamo y la glándula pituitaria, lo que detiene la liberación de ciertas hormonas llamadas gonadotropinas. Esto evita la ovulación, ya que los mensajes necesarios para este proceso no se envían. En algunos ciclos, esto significa que ningún óvulo madura lo suficiente para ser liberado, lo que previene la liberación del óvulo o su fertilización.



Imagen 13. Sistema reproductor femenino. Fuente: <https://ecancer.org/es/news/10116-la-fda-advierte-que-las-pruebas-para-el-cancer-de-ovarios-no-son-fiables>

### Rol sistema reproductor femenino

Además, la progestina también afecta el cuello uterino, haciendo que el moco cervical permanezca espeso en todo momento. Esto dificulta que los espermatozoides puedan moverse a través del cuello uterino para llegar al útero. Este efecto en el moco cervical parece ser rápido, aunque no dura mucho tiempo.

La progestina también tiene un efecto en las trompas de Falopio. Retarda el movimiento del óvulo a lo largo de las trompas de Falopio desde el ovario hasta el útero. Esto se debe a que reduce el número de cilios, que son como pequeños filamentos que recubren las trompas y ayudan a mover el óvulo. Además, debilita la fuerza muscular de las trompas, lo que hace que las contracciones sean menos efectivas.

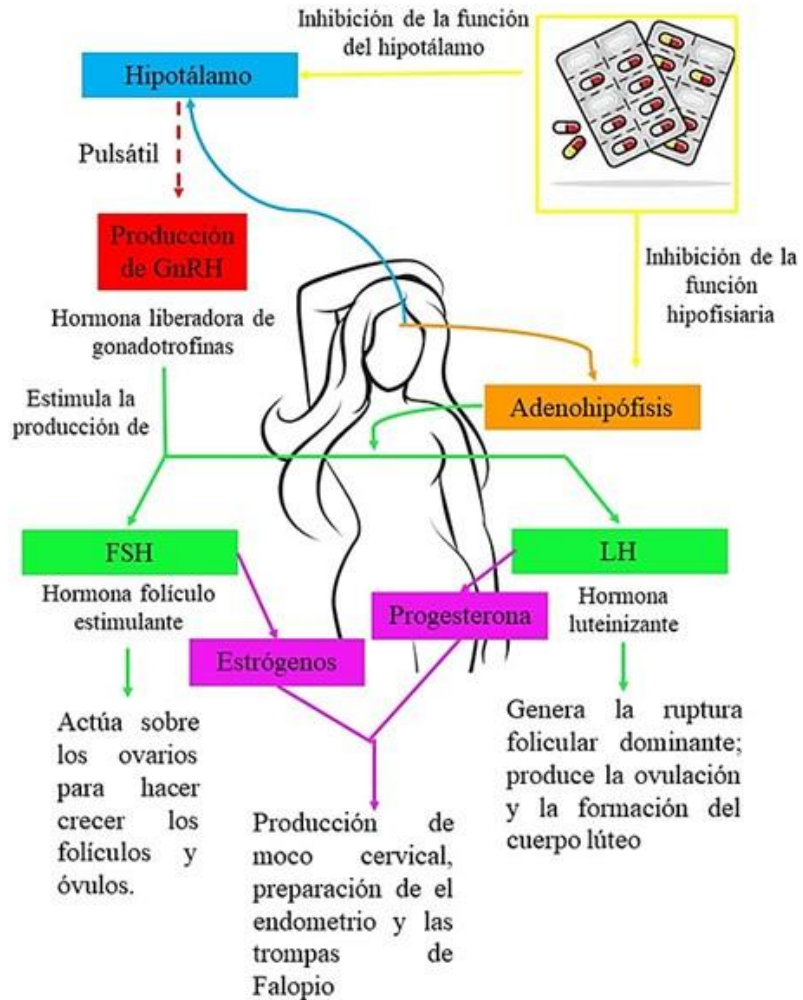


Imagen 14. Mecanismo del ciclo sexual femenino y acción de los anticonceptivos hormonales. Adaptado de: Silueta de figura femenina (Newshop11, s.f.).



Responde la pregunta problema aquí

**Referencias**

Beltrán, D. (2009). Anticoncepción hormonal combinada: aspectos metabólicos y clínicos según las diferentes vías de administración y gestágeno utilizado. [Tesis doctoral]. Universidad de Salamanca, España.

### El ciclo menstrual femenino

Acción biológica de la hormona acetato de medroxiprogesterona procedente de anticonceptivos inyectables

Información adaptada de Aleksandrova, Levich e Ivanchenko, (2015).

En 1953, se descubrió que al esterificar un progestágeno se producía una droga con un efecto de larga duración. Desde principios de 1960, se utilizó como uno de los métodos anticonceptivos en el control de la natalidad. Sin embargo, su uso fue cesado debido a posibles efectos secundarios. Después de investigaciones

de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1992, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos de América (EE.UU.) aprobó su consumo. Desde entonces, ha tenido éxito y aceptación entre diferentes grupos sociales y demográficos en varios países, siendo utilizado por millones de mujeres en todo el mundo.

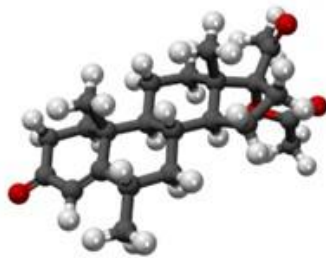


Imagen 15. Levonorgestrel en 3D. Fuente: <https://ecancer.org/es/news/10116-la-fda-advierte-que-las-pruebas>

### Rol acetato de medroxiprogesterona

El acetato de medroxiprogesterona es un agente de síntesis que comparte las acciones farmacológicas de las progestinas. Farmacológicamente, apaga el hipotálamo y la glándula pituitaria, inhibiendo la secreción de gonadotropinas hipofisarias, lo que impide la ovulación en algunos ciclos. Su mecanismo de acción trabaja principalmente inhibiendo la ovulación, pero no lo hace en todas las mujeres, ya que la suspensión de la ovulación está vinculada a la cantidad de progestina presente en el cuerpo de la mujer.

### Rol sistema reproductor femenino

El acetato de medroxiprogesterona tiene varios efectos en el sistema reproductor femenino:

Transforma la fase proliferativa del endometrio en fase secretoria, haciendo que el endometrio sea menos hospitalario para el óvulo fecundado. Actúa en el cuello uterino, manteniendo el moco cervical espeso en todo momento, lo que dificulta la penetración de los espermatozoides. Retarda el movimiento del óvulo a lo largo de las trompas de Falopio desde el ovario hasta el útero, reduciendo el número de cilios y debilitando la fuerza muscular de las trompas.

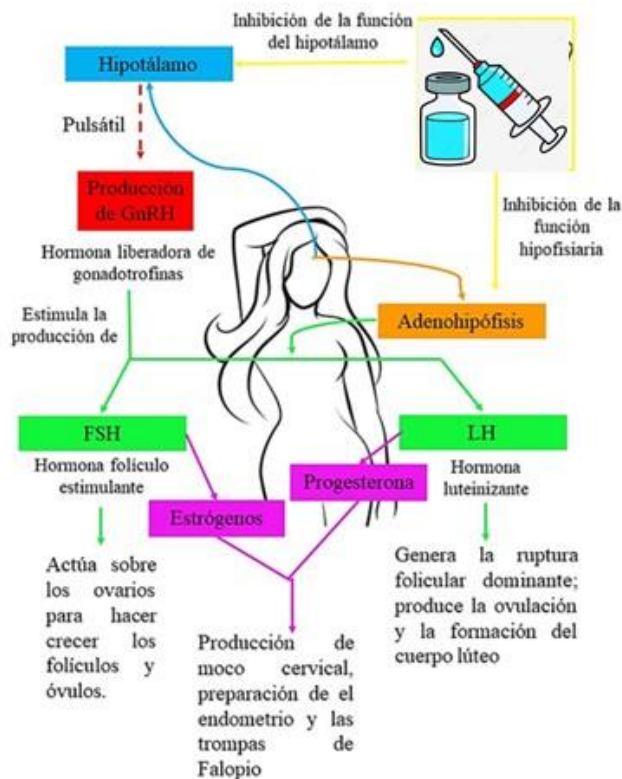
### Rol metabolismo

La administración intramuscular del acetato de medroxiprogesterona permite su absorción por los capilares sanguíneos y, en raras ocasiones, por los capilares linfáticos, a través de un proceso de difusión y filtración. La velocidad de absorción a través de los capilares se ajusta a un modelo farmacocinético de primer orden.

### Rol proteínas

Los estrógenos presentan una alta unión a proteínas plasmáticas (98-99%), principalmente a la  $\beta$ -globulina y, en menor proporción, a la seroalbúmina. La degradación de los estrógenos se produce en el hígado mediante conjugaciones y se eliminan principalmente por la orina y la bilis.

Los gestágenos o progestágenos se unen a proteínas plasmáticas para su transporte, siendo la transcortical la glucoproteína plasmática principal que se une a los progestágenos. La degradación de la progesterona, un tipo de progestágeno se realiza principalmente en el hígado, produciendo metabolitos eliminados por la orina.



Responde la pregunta problema aquí



Imagen 16. Mecanismo del ciclo sexual femenino y acción de los anticonceptivos hormonales. Adaptado de: Silueta de figura femenina (Newshop11, s.f.).

### Referencias

Aleksandrova, K., Levich, S., e Ivanchenko, D., (2015). Biochemistry of hormones. Zaporizhzhia State Medical University.



Imagen 17. ADN. Fuente: <https://www.rankia.com/blog/4x4-investigacion/3094812-describendo-adn-fuente-origen-variable>

## Actividad IV:

¿Qué tiene que ver la química en todo esto? El puente entre el conocimiento macro y el conocimiento molecular

Guía docente

### Objetivo de la actividad

Orientar a los estudiantes en el análisis y comparación de las diferentes posiciones espaciales de las moléculas en modelos de sistemas integrados de construcción espacial tipo casquete de esfera perforada del departamento de química, acompañado de una aproximación a la modelación en software de química computacional, con el fin de que determinen las garantías de un argumento que respalde la influencia de estas posiciones en la actividad biológica de las hormonas implicadas en la actividad enzimática.

### Descripción de la actividad

Se les proporcionará información a los estudiantes, respecto a cómo la interacción entre las hormonas anticonceptivas y las enzimas hepáticas puede proporcionar diferentes resultados del actuar biológico de los anticonceptivos en cada organismo. Con esta indicación, los estudiantes utilizarán los modelos moleculares para interpretar datos generales en el campo de la química orgánica de las estructuras de las hormonas y las alternativas estereoquímicas de estas. Posteriormente, se realizará una aproximación a una modelación de interacción enzima – ligando por medio del software Auto dock, en dónde se evidenciará el beneficio energético de un isómero u otro respecto a una misma molécula. Estos datos permitirán comprender al estudiante, en términos enzimáticos, por qué la efectividad del consumo de anticonceptivos o, en consecuencia, el desarrollo de efectos secundarios leves o graves, lo que, a su vez permitirá determinar el calificador modal en la construcción de un argumento involucrando aspectos microscópicos desde el saber químico y biológico en cuestiones socialmente activas.

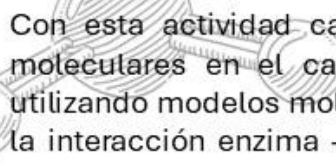
### Elementos de la actividad

Thinking Classroom	7E	Componente de un argumento
¿Cómo tomar apuntes? ¿Qué tareas utilizamos? ¿Cómo fomentar la autonomía?	Explicar	Calificador modal



## ¿Qué quiero lograr con esta actividad?

Guía  
estudiante



Con esta actividad caracterizarás a nivel microscópico propiedades moleculares en el campo de la química orgánica y la bioquímica utilizando modelos moleculares y una aproximación a la modelación de la interacción enzima – ligando por medio de un software de química computacional. Esta información te llevará a comprender la actividad biológica de los anticonceptivos hormonales, lo que, a su vez te permitirá ampliar los datos de un argumento.

## El problema

¿Cuál es la diferencia entre un isómero cis y trans en el contexto de las hormonas anticonceptivas y cómo afecta su actividad biológica?

¿Cómo influye la Estereoisometría en las propiedades físicas y químicas de las hormonas anticonceptivas? ¿Por qué es esto importante para su administración y efectividad?

¿Cómo se puede realizar un análisis en cuanto a la designación de la Estereoisometría y las configuraciones R y S en las hormonas anticonceptivas, a partir de las representaciones gráficas y las modelaciones realizadas en la clase?

## La actividad

Revisa la siguiente información, que ofrece una descripción detallada del funcionamiento de las hormonas anticonceptivas a nivel de estereoquímica y su respuesta cuando interactúan con enzimas digestivas. Utilizando modelos moleculares, analiza las características específicas de los isómeros e interpreta los datos proporcionados por un software en relación con estas interacciones enzima-ligando y su impacto en la actividad biológica de cada hormona en el cuerpo



**Interacción estereoquímica y la acción enzima - ligando en la actividad biológica de las hormonas anticonceptivas**

La estereoquímica de las hormonas, como el levonorgestrel y el acetato de medroxiprogesterona, desempeña un papel crucial en su actividad biológica y en su interacción con enzimas específicas, particularmente con el Citocromo P450 3A4 (CYP3A4). Comprender cómo la estereoquímica influye en la eficacia de los anticonceptivos y en la aparición de efectos secundarios es esencial para el diseño y uso efectivo de estos fármacos.

La estereoquímica se refiere a la disposición espacial de los átomos en una molécula. En el caso de las hormonas, pequeñas diferencias en la disposición de sus grupos funcionales pueden tener un impacto significativo en su actividad biológica. Estas hormonas a menudo existen como mezclas de enantiómeros, que son moléculas con la misma estructura química, pero con una disposición espacial que las hace imágenes especulares una de la otra.

En los citocromos P450 (CYP) son un conjunto numeroso de enzimas con presencia de complejos con hierro, por lo que se clasifican como hemo, las cuales se encuentran en muchos de los seres vivos de todos los reinos. Como lo afirman Wright, Cheng, y Chen, (2019), estas enzimas son las responsables de catalizar múltiples reacciones y tienen una especificidad del sustrato bastante amplia; su campo de trabajo de la actividad enzima - ligando comprende un grupo de 11 aminoácidos, los cuales Sevrioukova & Poulos, (2013) citan en su investigación "Phe108, Ser119, Ile120, Leu211, Asp214, Ile301, Phe304, Ala305, Thr309, Ala370 y Leu373" (pág. 3117) . Debido a su capacidad para interactuar con compuestos estructuralmente diversos, las enzimas CYP3A tienen una alta capacidad de modulación para cambiar las respuestas a los fármacos. Se reconoce en numerosas investigaciones, que este tipo de enzimas son las responsables del metabolismo por mecanismos de oxidación de al menos el 50% de fármacos los cuales son suministrados a seres humanos. Entre tantos, los esteroides naturales o sintéticos, cómo las hormonas anticonceptivas.

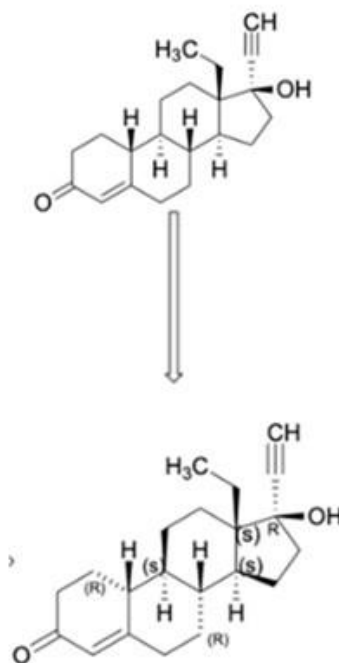




Imagen 18. Biología molecular- Fuente : <https://erupoinenka.lat/maestria-internacional-biologia-molecular/>



Imagen 19. Enzima CYP3A4. Fuente: [https://es.123rf.com/photo\\_78436795\\_receptor-de-estr%C3%B3geno-x28-dominio-de-uni%C3%B3n-al-ligando-x29-unido-al-bisfenol-a-x28-bpa-x29-representaci%C3%B3n-3d-b.html](https://es.123rf.com/photo_78436795_receptor-de-estr%C3%B3geno-x28-dominio-de-uni%C3%B3n-al-ligando-x29-unido-al-bisfenol-a-x28-bpa-x29-representaci%C3%B3n-3d-b.html)

La isoforma 3A4 (CYP3A4) es la más abundante y se expresa principalmente en el hígado y el tracto gastrointestinal. CYP3A4 es altamente versátil en especificidad de sustrato, puede metabolizar compuestos de diversos tamaños y estructuras químicas (Sevrioukova y Poulos, 2013). La unión cooperativa de una diversidad de sustratos cambia no sólo los perfiles cinéticos sino también la selectividad de las reacciones catalíticas. Esto quiere decir que las actividades entre los sustratos, los cuales pueden ser del mismo tipo o de diferente, se superponen unos con otros en una actividad enzimática simultánea, en donde se denomina cooperatividad homotrópica cuando se trata de un mismo tipo de sustrato, y en caso contrario, se conoce como cooperatividad heterotrópica (Li y et, al, 2021). Dicha actividad enzimática que se produce al mismo tiempo se traduce a la disminución de la calidad de vida del paciente y a menudo requieren una reducción en la dosis de un fármaco, disminuyendo así el efecto primario que se desea alcanzar.

En conclusión, la estereoquímica de las hormonas anticonceptivas, como el levonorgestrel y el acetato de medroxiprogesterona, influye en su actividad biológica, su metabolismo por el CYP3A4 y, en última instancia, en su eficacia y en la aparición de efectos secundarios. Comprender cómo estas moléculas interactúan a nivel molecular y cómo la estereoquímica afecta la energía de la relación enzima-ligando es esencial para el diseño y uso adecuado de los anticonceptivos hormonales.



## Estereoisomería de las hormonas

Según Wade, (2017). los esteroides abarcan una amplia variedad de los compuestos, incluyendo las hormonas, los emulsionantes y los componentes de las membranas. Los esteroides son compuestos cuyas estructuras se basan en un sistema de anillo del androstano

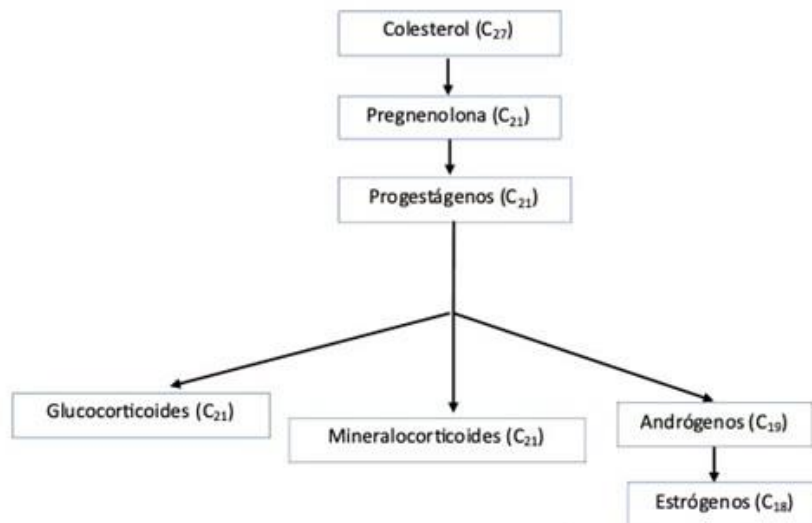
tetracíclico, los cuatro anillos se designan como A,B,C,D, empezando con el anillo en la izquierda inferior, y los átomos de carbono se numeran comenzando con el anillo A y terminando con los dos grupos metilo (posiciones axiales).



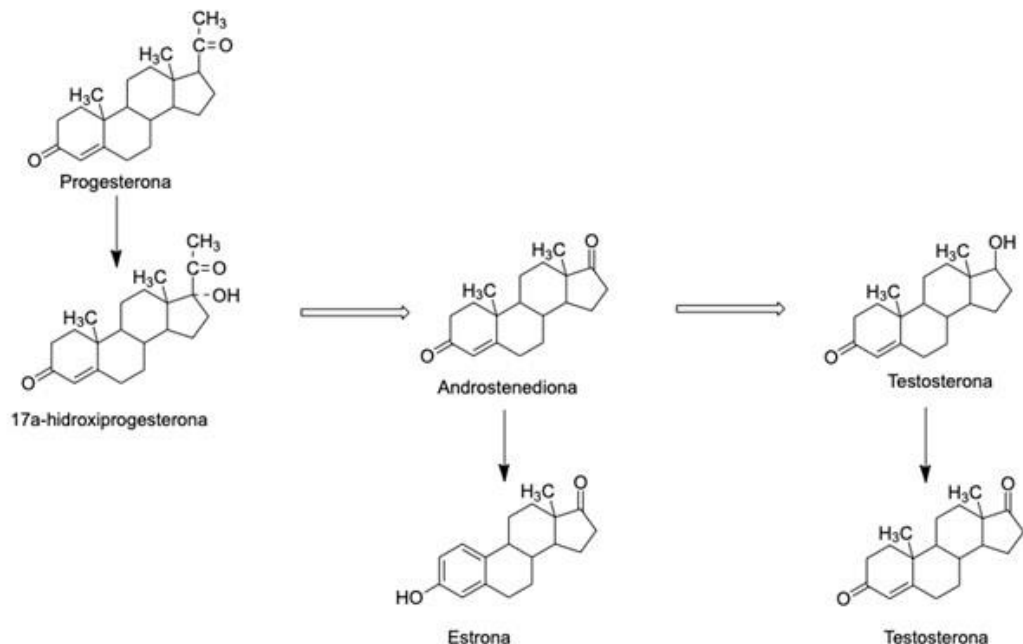
. Anillo de androstano tetracíclico, con su respectiva numeración. Diseñado en

ChemDraw. Fuente propia.

Como señala Stryer (2006) las hormonas esteroides se derivan del colesterol, es el precursor de las cinco clases principales de hormonas esteroides: progestágenos, glucocorticoides, mineralocorticoides, andrógenos y estrógenos. La progesterona es un progestágeno, el cual prepara los revestimientos de los úteros para la implantación del óvulo.



Relaciones biosintéticas de hormonas esteroides. BIOQUÍMICA-L.Stryer.Fuente propia



*Síntesis de andrógenos y estrógenos. Bioquímica-Stryer. Fuente propia.*

En la ilustración 6 se presenta la síntesis de los andrógenos inicia con la hidroxilación de la progesterona en el C-17. La cadena lateral, compuesta del C-20 y C-21, hay una ruptura para liberar la androstenediona, que es un andrógeno. La testosterona, otro andrógeno, se forma a partir de la reducción del grupo 17-ceto de la androstenediona. Los andrógenos contienen 19 átomos de carbono. Los estrógenos son sintetizados a partir de los andrógenos por medio de la pérdida del grupo metilo-angular del C-19, y la formación de un anillo A aromático. Este tipo de reacciones requieren NADPH (Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato) su principal función es proporcionar electrones y actuar como un cofactor en reacciones que involucran la transferencia de electrones y la reducción de otras moléculas. La estrona, es un estrógeno, esta es derivada de la androstenediona, mientras que el estradiol, otro estrógeno, es formado a partir de la testosterona .

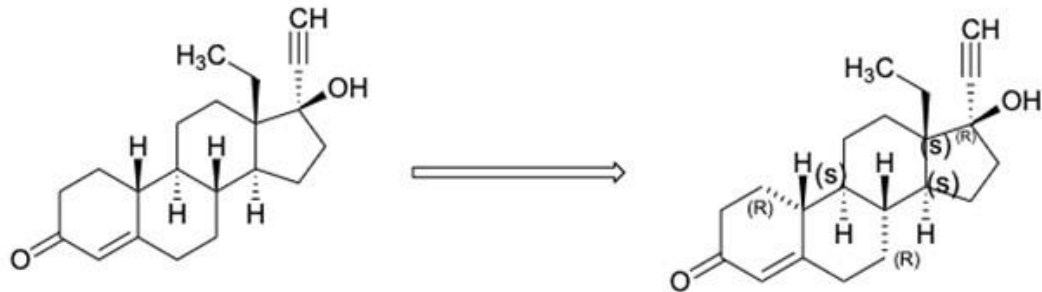
### CONSTRUCCIÓN DE ISÓMEROS

Utilizando los modelos de sistema integrado de construcción espacial tipo casquete de esfera perforada del departamento de química, Los estudiantes modelan, comparan y discuten sobre cómo las diferentes posiciones espaciales de las moléculas pueden influir en la actividad biológica.

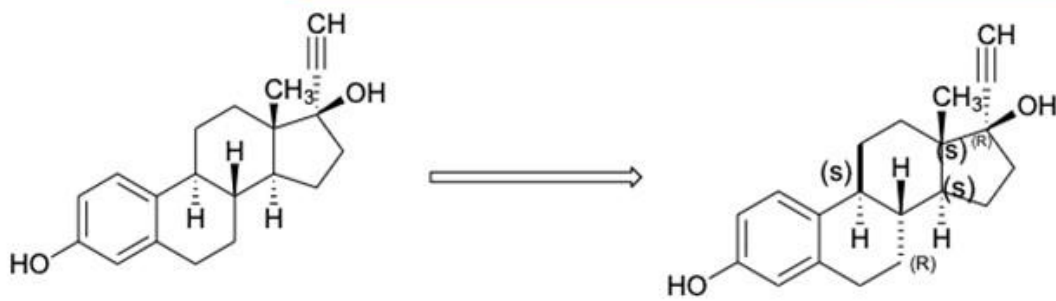
#### Identificación

A partir de las siguientes representaciones gráficas de algunas hormonas anticonceptivas, confirma y designa la Estereoisomería y las configuraciones R y S justificando tu respuesta como está relacionado en los ejemplos.

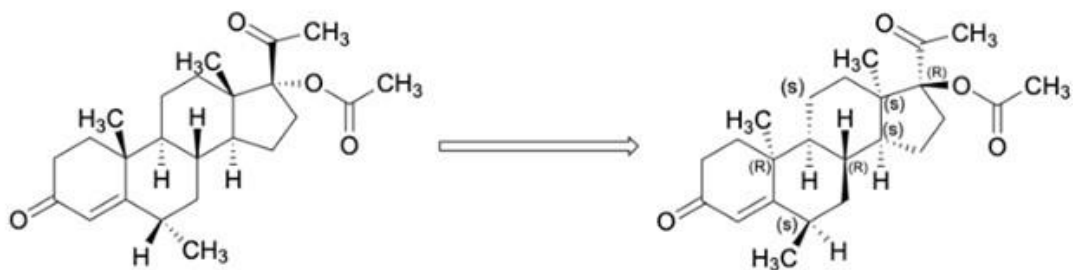
## Levonorgestrel



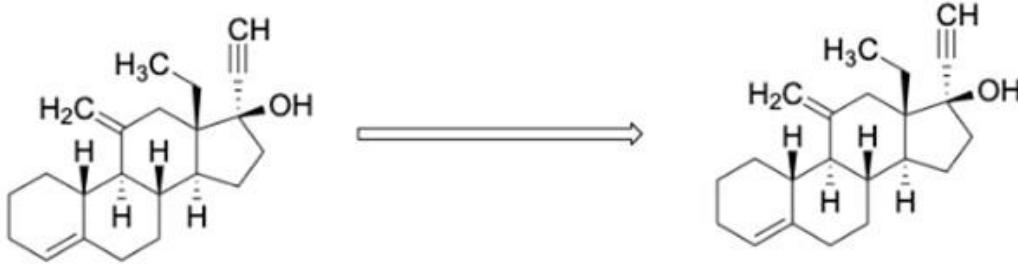
## Etinilestradiol



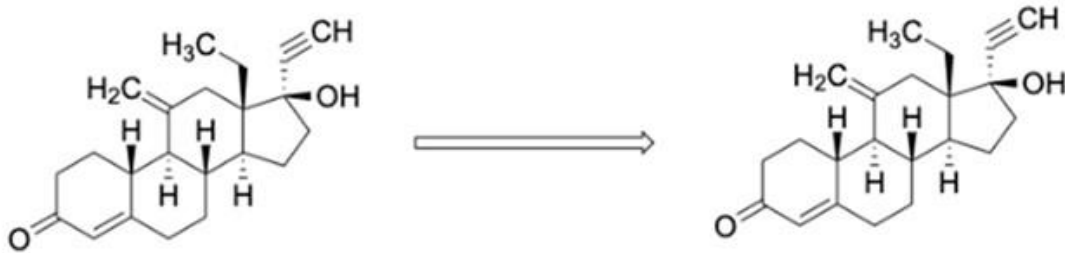
## Acetato de medroxiprogesterona



## Desogestrel



## Etonogestrel



Responde la pregunta  
problema aqui



## Actividad V:

Una actividad experimental en el entorno de laboratorio que posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica bajo el enfoque del Reciprocal Peer Teaching in the Instrumental Analysis Laboratory. (Nicole M & Dickson. K., 2019)

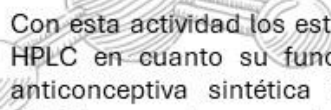
Objetivo de la actividad		
<p>Abordar el uso de las píldoras anticonceptivas en el análisis químico, particularmente la píldora de emergencia popularmente conocida como "post-day", que contiene la hormona sintética Levonorgestrel, utilizando la técnica analítica Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). Empleando el equipo Shimadzu SCL-10A en las instalaciones del laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional.</p> <p>Realizar la extracción de hormona Levonorgestrel en tabletas, mediante la aplicación del método adaptado conforme por la USP y realizar la curva de calibración para Levonorgestrel con un rango útil de trabajo de 60ppm a 450ppm.</p>		
Descripción de la actividad		
<p>La actividad tenía como propósito presentar de manera cualitativa el método analítico de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución) con respecto al funcionamiento, nociones básicas y sus partes. Todo esto con el fin de realizar la identificación de la hormona sintética levonorgestrel la cual se encuentra presente en las tabletas anticonceptivas, mediante la adaptación del método conforme a la USP. Para esta actividad se les proporcionó a los estudiantes información con el fin de establecer bases conceptuales y teóricas correspondientes al método de HPLC, en donde se abordaron temas en términos de números de platos teóricos, explicación acerca de la fase móvil y la fase estacionaria, elución Isocrática y elución gradiente, fase normal y fase reversa, límite de detección, límite de cuantificación, rango útil de trabajo, robustez, repetibilidad en donde se habló de la precisión intermedia de tal manera que los estudiantes a partir de la información presentada, la guía de laboratorio proporcionada y los conocimientos previamente adquiridos durante la carrera, realizaron la extracción de la hormona sintética levonorgestrel mediante de una estandarización del método de la USP y la construcción de una curva con su respectiva gráfica, esta se realizó con respecto a las diferentes áreas de pico todo ello en función de la concentración de la solución estándar de Levonorgestrel</p>		
Elementos de la actividad		
Thinking Classroom	7E	Componente de un argumento
¿Qué tareas que utilizamos?	Elaborar	El sustento

Guía docente



## ¿Qué quiero lograr con esta actividad?

Guía  
estudiante



Con esta actividad los estudiantes conocerán y establecerán bases de la técnica HPLC en cuanto su funcionamiento, partes y la identificación de la hormona anticonceptiva sintética Levonorgestrel presente en tabletas anticonceptivas. Debido a que el proceso de enseñanza de la química analítica debe abordarse desde una perspectiva investigativa, crítica y reflexiva. Con este fin, se presenta un caso y una situación real que brindarán a los estudiantes la oportunidad de construir su conocimiento a partir de sus conocimientos previos, mediante una metodología de investigación y construcción del conocimiento en el campo de estudio.

## El problema

¿Cómo la relación entre los picos cromatográficos y la concentración de la hormona presente en los anticonceptivos de emergencia puede explicar los efectos producidos por el consumo de esta pastilla?

## La actividad

A partir de la purificación los estudiantes deben hacer la valoración que será presentada en la guía luego de realizar el proceso presentado, los estudiantes deben realizar la construcción de una gráfica con respecto al área de pico en función de la concentración de las soluciones estándar de Levonorgestrel a partir de las pastillas anticonceptivas y utilizando la regresión lineal se calcula la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación ( $R^2$ ). En cuanto a la cuantificación De acuerdo con el análisis cromatográfico se define el área de pico para cada estándar y la muestra problema, para el pico correspondiente al Levonorgestrel, se presenta un ejemplo de cómo se debe realizar el cálculo a partir de la regresión lineal, partiendo del área de pico de Levonorgestrel se la calcula la concentración. A partir de la ecuación de la recta los estudiantes deben realizar el cálculo de la concentración siendo  $Y = \text{Área de pico}$ ,  $m$  (pendiente),  $x$  (Concentración) y  $b$  (intercepto). Una vez realizado este cálculo para cada valor, el estudiante debe hallar la concentración en mg de levonorgestrel en 1 tableta.



**Una actividad experimental en el entorno de laboratorio que posee un considerable valor educativo en el ámbito de la química analítica.**

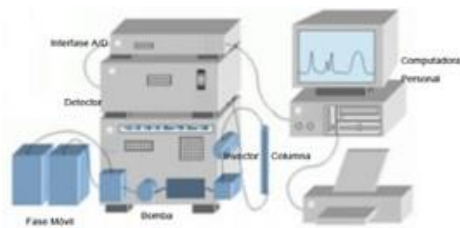
## Introducción

Teniendo en cuenta a García y Castillo (1988) señalan que el análisis de medicamentos por HPLC presenta todas las ventajas de selectividad y sensibilidad de la propia técnica, siendo lo más importante permitir el análisis de muestras multicomponentes, este análisis de los fármacos se puede dividir en:

Desde el punto de vista de Matej y Kub (2007) mencionan que la técnica del HPLC en términos de selectividad, sensibilidad y simplicidad es más adecuada para la identificación de las hormonas sintéticas como el Levonorgestrel y Etinilestradiol utilizados en los anticonceptivos hormonales diarios, de emergencia e intramusculares.

En La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, por sus siglas en inglés) es una técnica analítica ampliamente utilizada en la separación y cuantificación precisa de compuestos en una variedad de muestras. En el campo farmacéutico, la HPLC desempeña un papel esencial en la determinación de la composición y concentración de ingredientes activos en productos medicinales. Un ejemplo de su aplicación es la identificación y cuantificación de levonorgestrel y etinilestradiol, hormonas utilizadas en anticonceptivos orales, presentes en pastillas. La validación en el contexto de la HPLC se refiere al proceso de confirmar que el método analítico empleado es confiable, preciso y reproducible. Esto asegura que los resultados obtenidos sean exactos y consistentes, lo que es fundamental para garantizar la calidad y seguridad de los productos farmacéuticos. Los criterios de validación son parámetros específicos que se establecen para evaluar el rendimiento del método. De acuerdo con Kumar y Yogendra, (2022) es necesario que en el proceso de validación del método o técnica analítica se cuente con el equipo utilizado dentro de las especificaciones y que cumpla con los parámetros recomendados por la USP.

Identificación y determinación	Análisis de Fármacos Terapéuticos
De manera cuantitativa en cuanto a los medicamentos que suelen tomarse en dosis relativamente altas y por tanto, su concentración en el organismo será elevada.	En los que se debe realizar una cuantificación exacta para determinar sus dosis correctas.



En Algunos de los criterios comunes incluyen la exactitud, precisión, selectividad, límite de detección, límite de cuantificación, repetibilidad y linealidad explicados a continuación:

Imagen recuperada de: Análisis farmacéutico.  
Universidad Nacional de la Plata.

- La exactitud es la estimación de qué tan cerca está un valor medido del verdadero valor. La exactitud se estudia como dos componentes: 'veracidad' (sesgo) y 'precisión'.
- La precisión en la HPLC es un factor crítico que puede afectar tanto la separación de los compuestos como la durabilidad del sistema. El control y la optimización de la presión son esenciales para garantizar la eficiencia de la separación y la vida útil de los componentes del equipo.
- La selectividad se refiere al grado en el que un método puede ser utilizado para determinar analitos particulares en mezclas o matrices sin interferencias de otros componentes de comportamiento similar.
- El límite de detección es la concentración más baja de un analito que puede ser detectada, mientras que el límite de cuantificación es la concentración más baja que puede ser cuantificada con precisión. Estos parámetros son esenciales para determinar qué tan sensible es el método en la detección y cuantificación de levonorgestrel y etinilestradiol en las pastillas.
- La repetibilidad es el atributo de precisión. Es la variación más pequeña de los resultados, es una medida de la variabilidad en los resultados cuando una medición se lleva a cabo por un solo analista utilizando el mismo equipo en un corto plazo de tiempo, trabajando siempre en las mismas condiciones (equipos, materiales y reactivos).



Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, esta guía de laboratorio fue una integración de varios artículos y libros con respecto a la técnica HPLC para la identificación de Levonorgestrel y Etinilestradiol teniendo principalmente un enfoque de tipo cuantitativo pero ya que no se puede realizar de forma cuantitativa puesto que no se tiene un estándar de referencia, se llevará a cabo de manera cualitativa, como señala Hernández Sampieri (2006) apunta a que esta guía de laboratorio presentada de manera cualitativa es fundamentada más en un proceso inductivo en cuanto a explorar y describir la técnica para luego generar perspectivas teóricas.

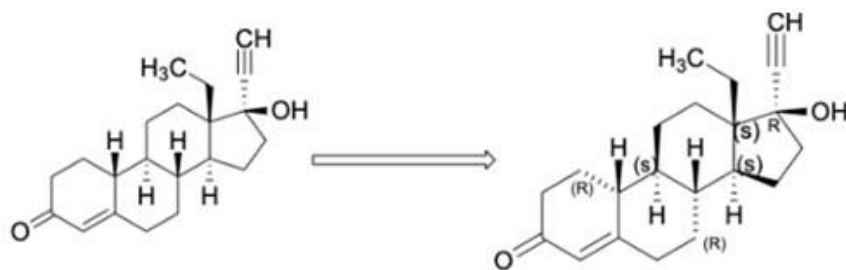
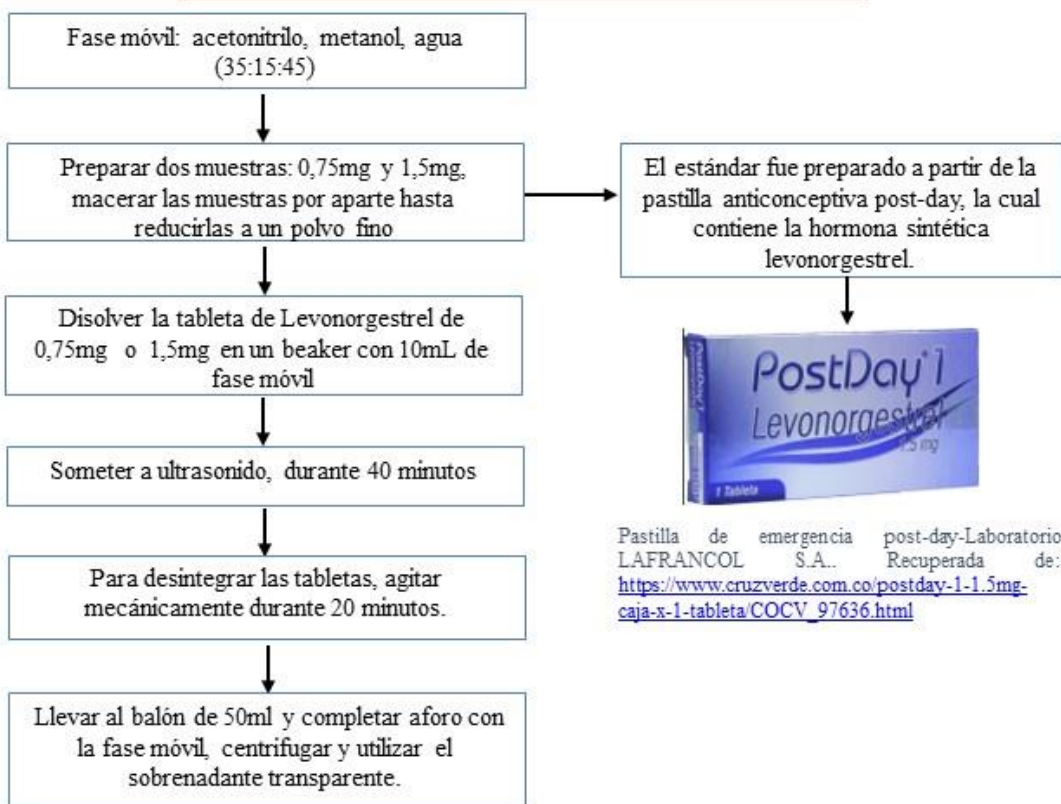
#### Objetivos

- Presentar de manera cualitativa la técnica de HPLC respecto al funcionamiento y nociones básicas, sus partes y la identificación de la hormona sintética Levonorgestrel en las tabletas anticonceptivas, empleando el equipo Shimadzu SCL-10A en las instalaciones del laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Realizar la extracción y purificación de Levonorgestrel en tabletas, mediante la aplicación del método adaptado conforme por la USP, y realizar la curva de calibración para Levonorgestrel

Reactivos e insumos	Equipos
Tabletas de Levonorgestrel (pastilla de emergencia)	HPLC- Shimadzu SCL-10A
Tableas de Levonorgestrel/ Etinilestradiol	Vaso de precipitado de 50 y 500mL
Acetonitrilo( $\geq 99,9\%$ ), Metanol( $\geq 99,9\%$ ), agua tipo HPLC	Ultrasonido: Lab-Line Instruments (model # 274360- serial No: 0602-0007).
Isooctano (99,5%)	Filtrado al vacío
Cloroformo (99,4%), Éter etílico (99,5%)	Evaporador con su matraz
Hidróxido de Sodio 1 N (98%)	Pipetas de 1, 3 y 5 mL
Sulfato de sodio anhidro (99%)	Centrifugador
	Matraz volumétrico de 200mL

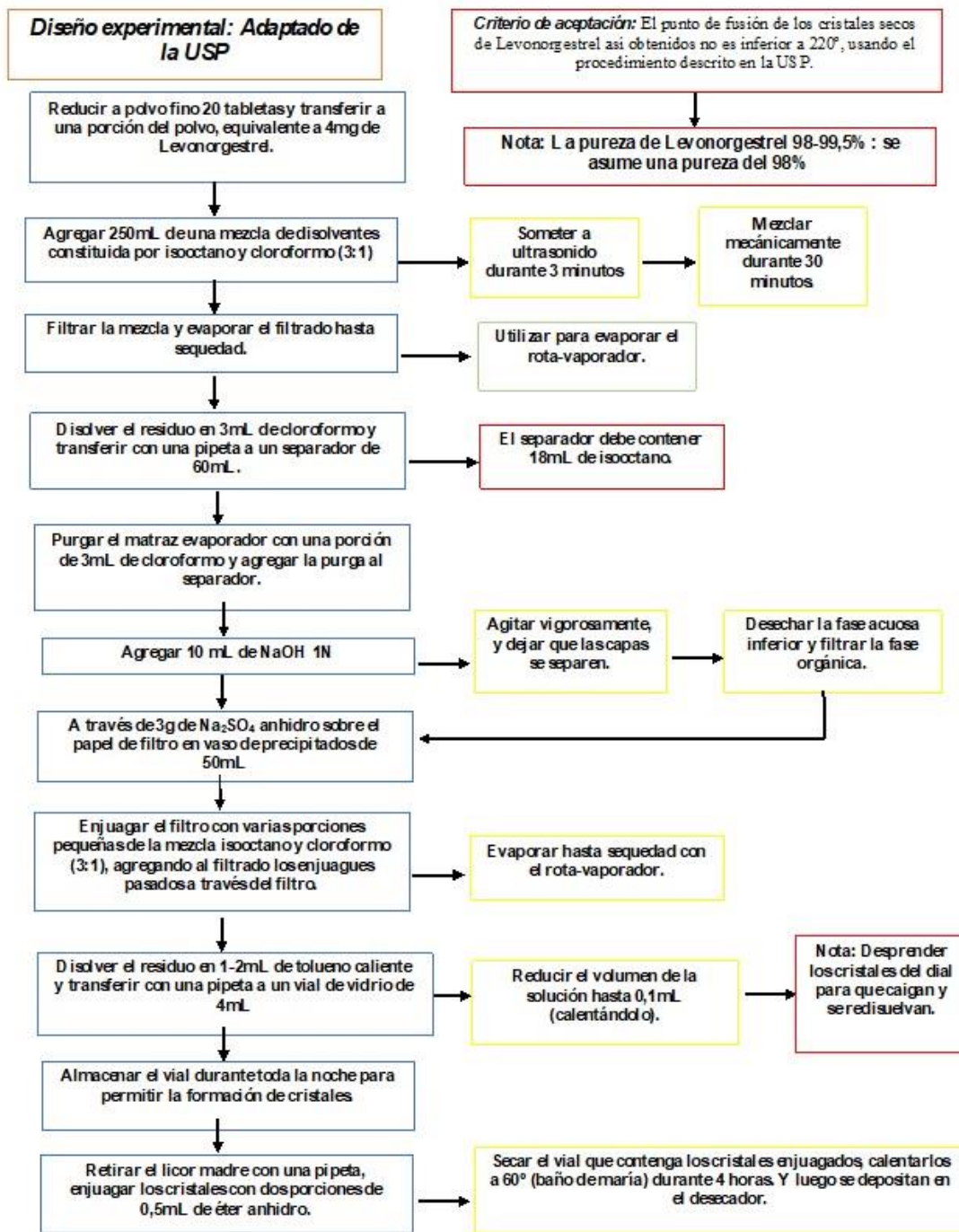


**Diseño experimental-Valoración: Adaptado de la USP**



**Ilustración: Estructura del anticonceptivo sintético Levonorgestrel con su Estereoisomería R y S. Diseñado en ChemDraw. Fuente propia.**





*Diseño experimental obtención de cristales de Levonorgestrel, adaptado de la USP. Fuente propia*

## Curva de calibración

	Condiciones cromatográficas para Levonorgestrel
Equipo	Cromatógrafo Shimadzu
Columna	Premier C18-WP, 100*4,6mm 5um(tamaño de partícula)
Velocidad de flujo	1mL/min
Modalidad	Isocrática
Longitud de onda	215 nm
Volumen de inyección	20µL
Fase Móvil	Acetonitrilo, metanol, agua (35:45:15)
Tiempo de retención	Para levonorgestrel aproximadamente entre 0,7 s y 1,5 minutos
Tiempo de corrida	3 minutos

Se realiza la gráfica con respecto al área de pico en función de la concentración de las soluciones estándar de Levonorgestrel (pastilla anticonceptiva) y utilizando la regresión lineal se calcula la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación ( $R^2$ ). A partir de esta y el área de pico de la muestra se calcula la concentración aproximada de Levonorgestrel en la tableas.

Para realizar la curva de calibración se parte de una pastilla anticonceptiva de 3 mg se llevó a una solución de fase móvil de 50mL asumiendo un 98% de rendimiento de recuperación para el ejercicio analítico, dado que no se tiene un estándar certificado.

Partiendo de la solución estándar (pastillas) de Levonorgestrel de 3mg/L se prepara el estándar de levonorgestrel de 0,60,100, 200,300 y 450, mg/L completando a volumen final de 10mL con la fase móvil como se ilustra en la siguiente página, en el apartado de la curva de calibración.



## Curva de calibración

De acuerdo con el análisis realizado y a partir de los cromatogramas obtenidos, se define el área bajo la curva para cada estándar y la muestra problema, para el pico correspondiente al Levonorgestrel a continuación, se presenta un ejemplo de cómo se debe realizar el cálculo a partir de la regresión lineal, partiendo del área de pico de Levonorgestrel se la calcula la concentración.

ppm	Área	Duplicado	Triplicado	Promedio
0	0	0	0	0
2	58532	59243	57276	58350,333
5	92844	91024	91602	91823,333
15	245328	247938	241099	244788,333
30	449181	449106	441438	446575,000



A partir de la ecuación de la recta los estudiantes deben realizar el cálculo de la concentración siendo  $Y = \text{Área de pico}$ ,  $m$  (pendiente),  $x$  (Concentración) y  $b$  (intercepto). Una vez realizado este cálculo para cada valor, el estudiante debe hallar la concentración en mg de levonorgestrel en 1 tableta.

Posteriormente se realizan los cálculos correspondientes a los platos teóricos de la columna una vez se obtengan los cromatogramas.

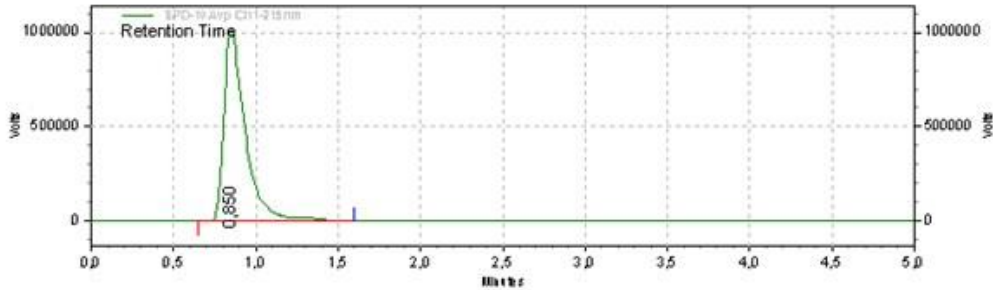
Ecuación para el cálculo de los platos teóricos.

$$N = a * \left( \frac{t_r}{W_b} \right)^2$$



## Cálculo de la concentración

Nota: para el cálculo de los mg de Levonorgestrel se realizó de la siguiente manera.



Reporte del equipo H.P.L.C con tiempo de retención y área del pico sobre el Levonorgestrel de 3mg en 6ppm.  
Fuente propia

Con la ecuación de la recta despejamos la x para hallar la concentración y luego teniendo en cuenta las diluciones, se realiza el cálculo de la concentración de la pastilla de Levonorgestrel.

$$Y=mx+b$$

$$Y=1544870x+33491$$

y= área de pico (cromatograma)(3mg diluido en 0,05L el valor es=9149370)

m= pendiente

x= concentración

b= intercepto

$$x = \frac{y - b}{m}$$

$$x = \frac{9149370 - 33491}{154870} = 58,86mg/L$$

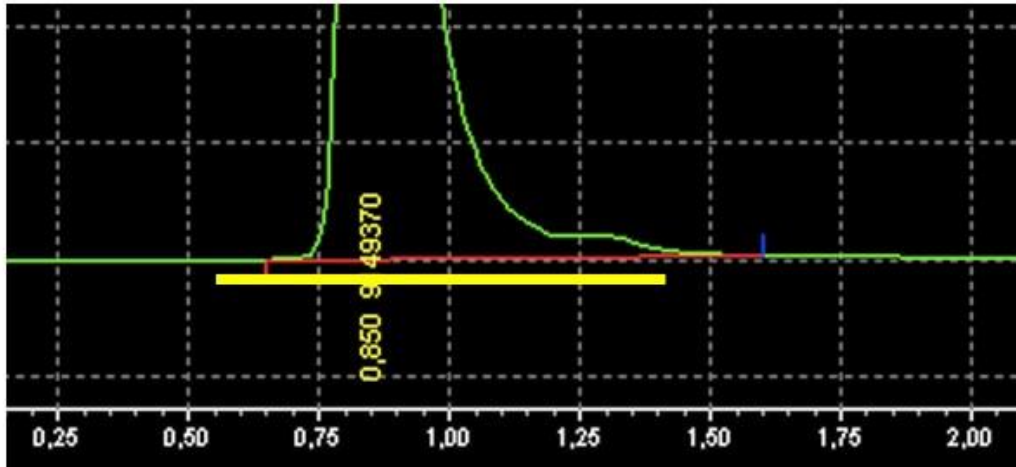
$$x = \frac{58,86mg}{L} * 0,05L = 2,94mg$$

La caja del anticipativo de post-day contiene una tableta de 1,5mg, para este procedimiento se utilizaron dos tabletas que equivalen a 3mg de levonorgestrel, realizando el ejercicio de simulación con sus respectivos cálculos obtuvimos una concentración final de 2,94mg Levonorgestrel.

## Cálculo de platos teóricos

- Cálculo del número de platos teóricos

$$N = 16 \left( \frac{t_r}{W} \right)^2$$



- Tiempo de retención fue de 1,50 minutos
- $W = 1,50 - 0,73 = 0,77$

$$N = 16 \left( \frac{1,50 \text{ min}}{0,73 \text{ min}} \right)^2 = 60,718 \approx 60,72$$

- El número de platos teóricos es una medida de la eficiencia de la separación cromatográfica, la cual proporciona información acerca de la resolución de la columna. Cuanto mayor sea el valor, más nítidos y estrechos serán los picos en el cromatograma.
- Capacidad de separación: el número de platos teóricos está directamente relacionado con la capacidad de separación de la columna HPLC, una columna con un alto número de platos puede separar compuestos muy similares con mayor precisión y eficiencia.
- Optimización de condiciones de separación: calcular el número de platos teóricos permite ajustar las condiciones de la cromatografía, como la velocidad de flujo (elución de gradiente o Isocrática), la composición del solvente, la longitud de la columna. Cuanto más número de platos tenga una columna, mejor será su rendimiento y más separados estarán los picos.

## Actividad VI: La evaluación final

**¿Qué argumentan los licenciados en formación frente a un estudio de caso sobre la depresión?**

Guía docente

Objetivo de la actividad		
Identificar el nivel de cambio conceptual y habilidades argumentativas de los licenciados en formación desarrollados a posteriori la aplicación de la secuencia didáctica sobre métodos anticonceptivos		
Descripción de la actividad		
Se presentará en clase una investigación que salió a la luz por medio de redes sociales, la cual relaciona la depresión con el uso de anticonceptivos hormonales. Con esta información, se les solicitará a los estudiantes que diseñen un ensayo argumentativo en donde expresen cómo el consumo de estos fármacos desencadena este tipo de reacciones en el organismo y qué aspectos a nivel macro, meso y microscópicos considerarían en la prevención de estos efectos secundarios del consumo de anticonceptivos.		
Elementos de la actividad		
Thinking Classroom	7E	Componente de un argumento
Lo que elegimos evaluar en un aula pensante	Evaluar	Uso de todos los componentes de un argumento



FUENTE: LAOREJAROJA

*La publicación no solo generó un gran revuelo, sino que también provocó reacciones dispares entre los usuarios, siendo así que el post continuó extendiéndose por la plataforma y se convirtió en un tema de conversación clave.*



## ÚLTIMOS ACONTECIMIENTOS EN LA CIUDAD

**Un estudio vincula las píldoras anticonceptivas con la depresión y los pensamientos suicidas.**

*La Universidad de Uppsala ubicada en el país de Suecia ha encontrado que en las mujeres que han utilizado píldoras anticonceptivas combinadas el riesgo de padecer depresión aumenta en un 73% durante los primeros dos años de uso.*

*Además de los efectos secundarios conocidos, como irritabilidad, mayor sensación de hambre, mayor riesgo de trombosis, inflamación de los senos, cambios en el patrón de sangrado, ganancia de peso, dolores de cabeza, función sexual, la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) ha emitido una nueva alerta y el Instituto Federal de Medicamentos Y Dispositivos Médicos (BfArM) de Alemania ha ordenado a las empresas farmacéuticas del país que incluyan la depresión como un efecto secundario.*

*El portavoz explicó que los cambios de humor, la depresión y los pensamientos suicidas deben mencionarse como posibles consecuencias del uso regular de las píldora anticonceptiva, los dispositivos intrauterinos con hormonas y los parches anticonceptivos. Estas medidas se basan en un estudio danés realizado en 2017, que analizó los registros médicos de 475 802 mujeres mayores de 15 años, y encontró que el riesgo de suicidio era de 3.08 veces mayor en mujeres que utilizaban contracepción hormonal.*

*Según los investigadores las mujeres que comenzaron a usar píldoras anticonceptivas en la adolescencia tenían una 130% más de probabilidades de experimentar síntomas de depresión mientras que el aumento correspondiente entre las usuarias adultas fue del 92%. También se observó que la incidencia de depresión disminuía después de los primeros dos años de uso en general, pero persistía en las usuarias adolescentes incluso después de suspender el uso de la píldora.*

*Los investigadores hacen hincapié que en la mayoría de las mujeres tolera bien las hormonas externas sin experimentar efectos negativos en su estado de ánimo, y que las píldoras anticonceptivas combinadas son una excelente opción para muchas mujeres, ya que previenen embarazos no deseados y reducen el riesgo de ciertas enfermedades. (Laorejaroja,2023).*

*[1] Este documento es producto del trabajo de grado prestando por Londoño y Pulido (2023), como instrumento de recolección de datos. Por lo que se reserva su autoría.*

50

## La noticia

Guía  
estudiante

De acuerdo con el caso expuesto en la noticia, redacta un ensayo que contenga mínimo tres argumentos científicos en el que se exprese de manera concisa como el uso de

anticonceptivos hormonales genera dichos efectos adversos.



Responde aquí



Tiempo estimado: 60 min

## La evaluación

Los datos recopilados a través de este instrumento serán sometidos a un análisis del discurso que abarcará varios aspectos fundamentales. Se considerarán la comprensión del mecanismo de acción, los efectos adversos en la salud y los conceptos químicos vinculados con el enfoque central de nuestro estudio. Además, se llevará a cabo la transposición de estas características de los métodos anticonceptivos estudiados a diferentes niveles, todo ello relacionado con la estructuración de un argumento científico bajo los criterios según Toulmin.

Para llevar a cabo este proceso, emplearemos el software Iramuteq, que nos permitirá explorar y comprender patrones, tendencias y relaciones en conjuntos extensos de datos textuales. Esta herramienta facilitará la identificación de temas clave, la clasificación de documentos y la extracción eficiente de información relevante.



51



Los resultados obtenidos serán contrastados con los criterios establecidos en una rúbrica de evaluación cualitativa. Dicha rúbrica se encargará de medir la comprensión del contenido disciplinario en diferentes niveles, abarcando desde una perspectiva macroscópica hasta una microscópica y simbólica. Esto se llevará a cabo en relación con la habilidad argumentativa de los estudiantes, específicamente en el contexto de los anticonceptivos hormonales.



**Descarga la  
rúbrica de  
evaluación  
aquí**



## Referencias

- Beltrán, D (2009). Anticoncepción Hormonal Combinada: Aspectos Metabólicos y clínicos según las diferentes vías de administración y gestágeno utilizado. Universidad de Salamanca- Facultad de medicina- Departamento de Obstétrica, ginecología y pediatría.
- España, V. (2012). Educación para la sexualidad; las dificultades de aprendizaje de los educandos de grado octavo y ¿cómo contribuir a su solución? *Asociación Colombia para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT*, 5, 117 - 128.
- García de Marina, A., & Castillo, B. D. (1988). Cromatografía líquida de alta resolución. Capítulo siete- HPLC en bioquímica clínica. Universidad Complutense- Facultad de Farmacia.
- Kumar, V & Yogendra, D (2020). Desarrollo de métodos analíticos y validación de métodos para la determinación ensayo y uniformidad de contenido de levonorgestrel por fase reversa cromatografía líquida de alto rendimiento. Departamento de farmacia, Instituto de Tecnología Pranveer Singh, Kanpur-India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*.
- Liljedahl, P. (2021). Building thinking classrooms in mathematics. Corwin: a sage publishing company.
- Li, J., & et al. (2021). Homotropic Cooperativity of Midazolam Metabolism by Cytochrome P450 3A4: Insight from Computational Studies. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 61(5), 2418-2426. Obtenido de <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00266>
- Matej, D & Kub, V (2007). Cromatografía líquida de alta resolución para la separación y determinación simultánea de etinilestradiol, gestodeno, levonorgestrel, acetato de ciproterona y Desogestrel. Departamento de Química y Bioquímica. Universidad de Mendel de Agricultura y Silvicultura de Republica Checa.
- Ministerio de Salud y col. (2015). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Obtenido de ENDS Colombia: <https://profamilia.org.co/wp-content/uploads/2019/05/ENDS-2015-TOMO-II.pdf>
- Orrego, M.. (2019). Problemas actuales en la enseñanza de la Química a alumnos de bachillerato. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 6(3). Obtenido de <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciênc. Educ., Bauru.*, 21(2), 307-327.

## Referencias

- Sevrioukova, I., & Poulos, T. (2013). Understanding the Mechanism of Cytochrome P450 3A4: Recent Advances and Remaining Problems. *Dalton Trans*, 42(9), 3116-3126. doi::10.1039/c2dt31833d
- Stryer, L. (2006). *Biochemistry*. Barcelona-España: Reverté S.A.
- Suarez, D & Morales, Y (2018). *Principios Básicos de la Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento para la Separación y Análisis de Mezclas*. Fundación Universitaria de América.
- Useche, N. (2017). *Análisis del desarrollo de la habilidad de argumentación escrita a través de experiencias de laboratorio dentro de la asignatura de física en estudiantess del Colegio Leonardo Posada Pedraza. [Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Pedagogía]*. Obtenido de Universidad de la Sabana: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/31100>
- USP, (2018). *Monografías oficiales/Levonorgestrel y Etinilestradiol Tabletas.- USP (United States Pharmacopeia) (2018).paginas 41-43.*
- Volonté, M & Quiroga, P (2013). *Análisis farmacéutico- Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) y su aplicación en el análisis farmacéutico, capítulo cuatro*. Universidad Nacional de la Plata.
- Wade, L. G. (2017). *Química orgánica (Vol. 2)-capítulo 25-6 Esteroides*. p.p ( 1275-1278).
- Wright, W., Cheng, J., & Chen, T. (2019). Structural perspectives of the CYP3A family and their small molecule modulators in drug metabolism. *Liver Research*, 3(3-4), 132-142. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.livres.2019.08.001>