

**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABPr) COMO MODELO PARA
FOMENTAR LA HABILIDAD ARGUMENTATIVA EN TORNO AL ESTUDIO DE
ALGUNOS DISRUPTORES ENDOCRINOS**

NATALIA NOGUERA SALAZAR
LAURA CAMILA RAMÍREZ REYES

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ, D.C.

2024

**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABPr) COMO MODELO PARA
FOMENTAR LA HABILIDAD ARGUMENTATIVA EN TORNO AL ESTUDIO DE
ALGUNOS DISRUPTORES ENDOCRINOS**

NATALIA NOGUERA SALAZAR
LAURA CAMILA RAMÍREZ REYES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADAS EN QUÍMICA

DIRECTOR

YAIR ALEXANDER PORRAS CONTRERAS

Doctor en Innovación e Investigación en Didáctica

CODIRECTORA

NOHORA MARLEN ARIAS VARGAS

Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ, D.C

2024

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de grado a todas aquellas personas que han sido parte fundamental de nuestro camino académico y personal. A nuestros padres, por su apoyo incondicional y por ser nuestra mayor fuente de inspiración; a nuestros profesores, por su guía y conocimiento; a nuestros amigos, por estar presentes en cada etapa de este camino y brindarnos motivación y apoyo; y finalmente, a nuestros seres queridos, por impulsarnos a ser mejores.

Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad Pedagógica Nacional, por permitirnos ser protagonistas de nuestro proceso de aprendizaje y brindarnos las herramientas necesarias para la investigación.

Al profesor Yair Alexander Porras por su orientación, conocimiento y dedicación; así como a los evaluadores del presente trabajo por sus sugerencias y conocimiento.

A la analista del laboratorio de química de la UPN por su acompañamiento y colaboración. Así como a todos nuestros profesores y amigos.

Tabla de contenido

Introducción	11
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1 Justificación.....	12
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general.	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Antecedentes disciplinares	15
2.3 Antecedentes didácticos.....	16
2.4 Referentes conceptuales	16
2.4.1 Referentes didácticos.	17
2.4.1.1 Aprendizaje basado en proyectos.....	17
2.4.1.2 Pensamiento crítico y habilidad argumentativa.	18
2.4.1.3 Argumentación como habilidad del pensamiento crítico desde Jimenez-Aleixandre.....	20
2.4.2 Referentes disciplinares.....	20
2.4.2.1 Sistema endocrino	20
2.4.2.2 Función ovárica: Foliculogénesis y esteroidogénesis.....	21
2.4.2.3 Disruptores endocrinos (EDs) y sus efectos en el ovario	24
2.4.2.4 Posibles vías de absorción en la piel.....	25
2.4.2.5 Parabenos y ftalatos	26
2.4.2.6 Mecanismo de acción del DEHP	27
2.4.2.7 Enzimas Superóxido dismutasa 1 (SOD1) y Glutación peroxidasa (GPx)	28
2.4.2.8 Mecanismo de acción del propilparabeno.	29
2.5 Marco legal	31
2.6 Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC).....	31
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	33

3.1 Metodología	33
3.2 Enfoque y diseño de la investigación	33
3.3 Contexto de la investigación, población:	33
3.4 Fases de la investigación.	33
3.5 Descripción de instrumentos.	34
3.6 Rúbricas de evaluación.....	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	44
4.1 Resultados y análisis implementación de la unidad didáctica	44
4.2 Fase inicial	44
4.2.1 Actividad de indagación sobre conocimientos previos.....	44
4.2.2 Actividad diagnóstica – Habilidad argumentativa	49
4.2.3 Actividad disruptores endocrinos.....	51
4.3 Fase de desarrollo.....	57
4.3.1 Actividad de mecanismos de acción.....	57
4.3.2 Practica de laboratorio HPLC.....	64
4.4 Fase evaluativa	74
4.4.1 Creación de productos libres de metilparabeno y propilparabeno.....	74
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1 Conclusiones	87
5.2 Recomendaciones.....	88
5.3 Referencias	89
5.4 Anexos.....	95
Anexo 1. Test de Halpern.	95
Anexo 2. Actividad de reconocimiento	101
Anexo 3. Forms – actividad de reconocimiento.....	102
Anexo 4. Actividad de disruptores endocrinos.....	105
Anexo 5. Vídeo modelo argumentativo de Jiménez Aleixandre	106
.....	106
Anexo 6. Vídeo proceso de esteroidogénesis	106
Anexo 7. Infografía proceso foliculogénesis.....	107
Anexo 8. Actividad de mecanismos de acción	108

Anexo 9. Práctica de laboratorio HPLC	112
Anexo 10. Formato creación de producto libre de MP y PP	117
Anexo 11. Consentimiento informado.....	118

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Fases del aprendizaje en proyectos</i>	18
<i>Ilustración 2. Sistema endocrino</i>	21
<i>Ilustración 3. Foliculogénesis</i>	21
<i>Ilustración 4. Teoría doble celular</i>	22
<i>Ilustración 5. Estructura química de la Androstenediona</i>	23
<i>Ilustración 6. Estructura química de la Testosterona</i>	23
<i>Ilustración 7. Estructura química de la Estrona</i>	24
<i>Ilustración 8. Estructura química del Estradiol</i>	24
<i>Ilustración 9. Vías de absorción</i>	26
<i>Ilustración 10. Estructura química del PET</i>	27
<i>Ilustración 11. Estructura química del DEHP</i>	27
<i>Ilustración 12. Estructura química del DBP</i>	27
<i>Ilustración 13. Estructura química del Metilparabeno</i>	28
<i>Ilustración 14. Estructura química del Etilparabeno</i>	28
<i>Ilustración 15. Estructura química del propilparabeno</i>	29
<i>Ilustración 16. Metilación en sitios CpG</i>	29
<i>Ilustración 17. Vía de señalización PI3K/AKT</i>	30
<i>Ilustración 18. Modos de HPLC</i>	32
<i>Ilustración 19. Fases de la investigación</i>	34
<i>Ilustración 20. Ejemplo estructura de un argumento de Jiménez-Aleixandre (2010)</i>	39
<i>Ilustración 21. Procedimiento preparación de soluciones stock</i>	40
<i>Ilustración 22. Procedimiento curva de calibración</i>	41
<i>Ilustración 23. Cromatograma a 1ppm</i>	41
<i>Ilustración 24. Cromatograma a 10 ppm</i>	41
<i>Ilustración 25. Curva de calibración del metil parabeno</i>	42
<i>Ilustración 26. Curva de calibración del propil parabeno</i>	43
<i>Ilustración 27. Productos cosméticos y del cuidado personal</i>	45
<i>Ilustración 28. ¿Qué es lo que primero que usted tiene en cuenta para comprar el producto?</i>	45
<i>Ilustración 29. Nube de palabras de segunda pregunta</i>	46
<i>Ilustración 30. ¿Qué es lo primero que tiene en cuenta al adquirir un productos cosmético?</i>	47

<i>Ilustración 31. Nube de palabras cuarta pregunta.</i>	47
<i>Ilustración 32. Nube de palabras quinta pregunta.</i>	48
<i>Ilustración 33. Resultados Test de Halpern.</i>	50
<i>Ilustración 34. Resultados Actividad disruptores endocrinos.</i>	52
<i>Ilustración 35. Argumento del estudiante 3</i>	52
<i>Ilustración 36. Argumento del estudiante 12</i>	53
<i>Ilustración 37. Argumento estudiante 14</i>	54
<i>Ilustración 38. Nube de palabras actividad de disruptores endocrinos.</i>	54
<i>Ilustración 39. Red de palabras actividad disruptores endocrinos.</i>	56
<i>Ilustración 40. Actividad mecanismos de acción y modelización.</i>	58
<i>Ilustración 41. Resultados actividad disruptores endocrinos</i>	59
<i>Ilustración 42. Argumento estudiante 4</i>	59
<i>Ilustración 43. Argumento estudiante 6</i>	60
<i>Ilustración 44. Argumento estudiante 7</i>	61
<i>Ilustración 45. Nube de palabras actividad de mecanismos de acción.</i>	62
<i>Ilustración 46. Red conceptual actividad mecanismos de acción</i>	63
<i>Ilustración 47. Cromatograma de la crema facial comercial.</i>	65
<i>Ilustración 48. Cromatograma del bloqueador solar comercial.</i>	65
<i>Ilustración 49. Cromatograma del contorno e iluminador facial comercial.</i>	65
<i>Ilustración 50. Argumento grupo 4</i>	67
<i>Ilustración 51. Argumento grupo 5</i>	68
<i>Ilustración 52. Nube de palabras de determinación de concentración de metil y propilparabeno en cosméticos y productos del cuidado personal.</i>	69
<i>Ilustración 53. Red de palabras en la determinación de concentración de metil y propilparabeno en cosméticos y productos del cuidado personal.</i>	71
<i>Ilustración 54. Protocolo antitranspirante.</i>	73
<i>Ilustración 55. Protocolo bálsamo.</i>	73
<i>Ilustración 56. Protocolo perfume.</i>	73
<i>Ilustración 57. Protocolo crema para manos.</i>	73
<i>Ilustración 58. Protocolo bálsamo labial.</i>	73
<i>Ilustración 59. Proyecto final perfume.</i>	75
<i>Ilustración 60. Cromatograma de perfume.</i>	75
<i>Ilustración 61. Proyecto final perfume.</i>	76

<i>Ilustración 62. Proyecto final bálsamo.</i>	76
<i>Ilustración 63. Cromatograma bálsamo.</i>	76
<i>Ilustración 64. Proyecto final bálsamo labial.</i>	76
<i>Ilustración 65. Proyecto final antitranspirante.</i>	77
<i>Ilustración 66. Cromatograma antitranspirante.</i>	77
<i>Ilustración 67. Proyecto final crema.</i>	77
<i>Ilustración 68. Cromatograma crema para manos.</i>	77
<i>Ilustración 69. Cromatograma estándar de metil y propilparabeno.</i>	78
<i>Ilustración 70. Argumento estudiante 1.</i>	79
<i>Ilustración 71. Argumento estudiante 4.</i>	79
<i>Ilustración 72. Argumento estudiante 9.</i>	80
<i>Ilustración 73. Resultados creación de un producto libre de metil y propilparabeno.</i>	81
<i>Ilustración 74. Red de palabras formato de creación de un producto libre de MP y PP del Estudiante 2.</i>	82
<i>Ilustración 75. Red conceptual creación de un producto libre de MP y PP.</i>	83
<i>Ilustración 76. Progresión nivel argumentativo durante secuencia didáctica.</i>	85

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Habilidades de pensamiento crítico.</i>	18
<i>Tabla 2. Componentes de un argumento.</i>	20
<i>Tabla 3. Hormonas esteroides sexuales.</i>	23
<i>Tabla 4. Acciones de los disruptores endocrinos en el cuerpo.</i>	25
<i>Tabla 5. Principales Ftalatos utilizados en la industria cosmética.</i>	27
<i>Tabla 6. Principales Parabenos utilizados en la industria cosmética.</i>	28
<i>Tabla 7. Secuencia didáctica.</i>	34
<i>Tabla 8. Comentarios validación de instrumentos.</i>	36
<i>Tabla 9. Comentarios validación de instrumentos.</i>	36
<i>Tabla 10. Rúbrica de caracterización de la habilidad argumentativa.</i>	37
<i>Tabla 11. Rúbrica de evaluación-Niveles de argumentación.</i>	37
<i>Tabla 12. Condiciones cromatográficas.</i>	39
<i>Tabla 13. Cromatogramas de soluciones patrón.</i>	41
<i>Tabla 14. Datos curva de calibración del metil parabeno y límites de cuantificación y detección.</i>	42
<i>Tabla 15. Datos curva de calibración del propilparabeno y límites de cuantificación y detección.</i>	42
<i>Tabla 16. Resultados Test de Halpern.</i>	49
<i>Tabla 17. Resultados Actividad disruptores endocrinos.</i>	51
<i>Tabla 18. Resultados Actividad mecanismos de acción.</i>	58
<i>Tabla 19. Concentración de metil y propilparabeno en muestras analizadas.</i>	66
<i>Tabla 20. Resultados Informe práctica de laboratorio HPLC.</i>	68
<i>Tabla 21. Protocolos de productos.</i>	72
<i>Tabla 22. Productos creados y cromatogramas.</i>	75
<i>Tabla 23. Prueba de Grubbs y de Dixon para el rechazo de datos.</i>	78
<i>Tabla 24. Resultados Formato de elaboración de un producto libre de metil y propilparabeno.</i>	81
<i>Tabla 25. Resultados nivel de argumentación en actividades.</i>	84

Introducción

Con el transcurso del tiempo la evolución de las sociedades propiciada por la revolución industrial ha llevado a grandes cimientos de desarrollo cultural, económico, entre otros. La industria de la belleza se encuentra en auge, en gran medida por la incidencia directa o indirecta de las redes sociales y los medios de comunicación en la elección de productos cosméticos y de cuidado personal, siguiendo a Tayupanta, Jara y Mosquera (2020) a partir de la revolución hippie de 1960 se estableció la moda de los productos naturales. Actualmente, este movimiento está tomando fuerza por la relación de algunas sustancias sintéticas con alteraciones en la salud, ya que estas hacen parte de un grupo conocido como disruptores endocrinos, que alteran la función endocrina, y por tanto, intervienen en la correcta producción y secreción de hormonas (Romano, 2012, p.8).

La consolidación del reglamento (N° 1223/2009) del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea sobre los productos cosméticos determina la prohibición del uso de algunas sustancias sintéticas en productos cosméticos, llevando a la industria cosmética y del cuidado personal a replantear la composición de los productos. A pesar de las normativas e investigaciones actuales sobre el uso de algunos químicos sintéticos, estos se siguen utilizando, ya sea por su efectividad en la extensión de la vida útil de producto y el costo y/o el margen de ganancia. Dos de estos emblemáticos disruptores son los ftalatos y parabenos, sustancias asociadas con problemas en la salud reproductiva, una de las vías de intervención es su incidencia en el ovario más específicamente en la foliculogénesis, proceso de maduración de los folículos y que da paso a la síntesis de hormonas esteroideas en la esteroidogénesis (Gómez y Mordecay, 2020).

Se hace necesaria la toma de decisiones sobre el uso y elección de productos de cuidado personal desde una posición crítica, que requiere de una reflexión apoyada y fundamentada en la alfabetización científica. De acuerdo con esto, el desarrollo de la argumentación como habilidad del pensamiento crítico tiene un papel protagónico y transformador, en la toma de decisiones frente a las diferentes situaciones presentadas en la cotidianidad, por este motivo, en esta investigación se promovió el desarrollo de esta habilidad desde la visión de Jimenez-Aleixandre asentada por el modelo de Aprendizaje Basado en proyectos (ABPr), en torno a la incidencia en el ovario de ftalatos y parabenos presentes en productos de uso diario, específicamente las afecciones en el proceso de foliculogénesis y de esteroidogénesis.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Justificación

Esta investigación se presenta como una posible solución a la falta de argumentos de calidad que construyen estudiantes universitarios, los cuales deben estar apoyados y estructurados en modelos teóricos, verificables y abiertos a refutaciones, siguiendo a Schwarz y Baker (2017), es posible afirmar que el papel central de la argumentación en ciencias es la apropiación del discurso científico en conformidad con el trabajo epistémico de la ciencia.

Con el fin de fomentar el desarrollo de la habilidad argumentativa desde el aprendizaje basado en proyectos (ABPr), según Mora, et al (2019) el modelo ABPr se caracteriza por el protagonismo del estudiante en su proceso de autoaprendizaje, además de fomentar el trabajo colaborativo en el aula, formando estudiantes independientes y transformando la relación tradicional donde el docente actúa como un transmisor de conocimientos y el estudiante como receptor, a una relación bidireccional donde ambos fortalecen continuamente su proceso de aprendizaje.

Siguiendo las fases propuestas por Márquez (2018) sobre el ABPr como estrategia didáctica se trabaja en tres fases: inicial, de desarrollo y final, en donde a lo largo de cada una de estas se van construyendo conceptos que le permiten al estudiante generar aprendizajes hacia la construcción de soluciones o alternativas desde posturas críticas, ideal para el desarrollo de espacios de discusión y aprendizaje colaborativo.

Frente a la falta de investigación y articulación en el campo educativo sobre la incidencia de los disruptores endocrinos en la salud reproductiva, especialmente sus mecanismos de acción en el ovario y las consecuencias que generan, este trabajo plantea el desarrollo de argumentos estructurados y con calidad, desde una visión multidisciplinar, vinculando el modelo de aprendizaje basado en proyectos, en la construcción de productos de cuidado personal libres de metil y propil parabeno (MP y PP).

Con relación al componente disciplinar, métodos analíticos como la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) permiten la identificación tanto cualitativa como cuantitativa de muchos de los disruptores endocrinos en diferentes matrices, confirmando su presencia y brindando un acercamiento hacia el cumplimiento o no de la normativa vigente frente a la presencia de sustancias tóxicas y que afectan la salud de los consumidores en productos de belleza comerciales.

Estudios sobre las posibles formas y medios de actuación de sustancias disruptoras, ofrecen la posibilidad de reconocer que efectivamente sí son un problema de salud pública, dándole un papel muy importante a la educación con el fin de generar conciencia en la población sobre los riesgos y la promoción del uso de productos seguros para la salud. En este sentido,

el rol de la argumentación frente al aprendizaje de conceptos facilita la apropiación del tema, ampliando el lenguaje científico, estableciendo y reconociendo las problemáticas del empleo de ftalatos y parabenos, la exposición, la relación bajo costo y presencia de estas sustancias en productos de uso cotidiano, que llevan a la consolidación y presentación del proyecto.

1.2 Planteamiento del problema

A diario se utilizan diversos productos para el aseo y el cuidado personal, que contienen sustancias tóxicas para nuestro organismo de las cuales no somos conscientes, ya sea por falta de conocimiento, por economía o por desinterés. Algunas de estas sustancias presentes en estos productos son los parabenos y los ftalatos, ésteres del ácido para-hidroxibenzoico y el ácido ftálico, los cuales pertenecen al grupo de los disruptores endocrinos, que inhiben la función endocrina. Los ftalatos, están relacionados con problemas en la reproducción, al alterar dos procesos fundamentales en el ovario; Hannon y Flaws (2015) ratifican que el ovario es el principal regulador de la función reproductiva y productiva de hormonas, en el cual ocurren diversos procesos como la foliculogénesis, el cual tiene por objetivo la maduración de los folículos primordiales a antrales y la esteroidogénesis proceso de producción de hormonas esteroideas y así mismo, los parabenos se asocian a la mimetización con algunas hormonas sexuales.

Con el fin de crear conciencia crítica y fomentar el pensamiento científico con respecto a las sustancias que utilizamos y consumimos, y sus repercusiones en nuestro organismo, se hace necesario el desarrollo del pensamiento crítico (PC), que articule la formación científica con el desarrollo de las habilidades del PC (Porrás, Tuay y Ladino, 2020) desde el aprendizaje basado en proyectos, teniendo en cuenta que es un modelo centrado en el estudiante, donde se posiciona como un protagonista de su proceso de aprendizaje y participa en proyectos que responden a problemas de la vida cotidiana.

Por tanto, la articulación de estrategias didácticas diseñadas con el fin de promover el aprendizaje de conceptos, potencia el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico como la habilidad argumentativa en el proceso de alfabetización científica, concibiendo a la argumentación como un proceso dialógico y una iniciativa fundamental para la co-construcción de comprensiones significativas de los conceptos abordados en el aula (Ruíz, Tamayo & Márquez, 2015).

Del mismo modo, la elaboración e implementación de estrategias didácticas y pedagógicas desde el ABPr, puede ser un insumo para la elaboración de argumentos que siguiendo a Jiménez-Aleixandre (2010) afirma que en un argumento se deben evidenciar datos, justificación y conclusión haciendo uso de un lenguaje apropiado, así como uso de tres elementos auxiliares como los conocimientos básicos, calificadores modales y refutación, que tienen por objetivo dar calidad al argumento. De acuerdo con lo anterior el interrogante que orienta la presente investigación es:

¿Cómo se favorece el desarrollo de la habilidad argumentativa a partir de la implementación de una estrategia didáctica fundamentada en el aprendizaje basado en proyectos en estudiantes de énfasis didáctico II de la UPN, con respecto a la incidencia de parabenos y ftalatos en el ovario?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Promover el desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes del énfasis didáctico II, de la Universidad Pedagógica Nacional, tomando como referente el estudio del mecanismo de acción de algunos disruptores endocrinos (ftalatos y parabenos) en el ovario, desde el aprendizaje basado en proyectos.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar la habilidad argumentativa de estudiantes en ciclo de profundización frente a la presencia de disruptores endocrinos en productos cosméticos y de cuidado personal.
- Implementar una secuencia didáctica para el desarrollo de la habilidad argumentativa, desde el enfoque ABPr en el contexto de los disruptores endocrinos y sus posibles efectos en la salud reproductiva femenina.
- Evaluar los argumentos construidos por estudiantes sobre la incidencia de los parabenos y ftalatos en el ovario con respecto al modelo argumentativo propuesto por Jiménez-Aleixandre.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

Los antecedentes de la presente investigación se realizan en dos partes. En la primera se encuentra el componente disciplinar donde se exponen los estudios realizados frente a los disruptores endocrinos y sus efectos en la fertilidad. En la segunda parte, se aborda el componente didáctico desde el aprendizaje basado en proyectos y la argumentación como habilidad del pensamiento crítico.

2.2 Antecedentes disciplinares

Para reconocer la relación entre los disruptores endocrinos y la salud reproductiva femenina se tomó en cuenta a Scaglia, Chichizola, Franconi, Ludueña, Mastandrea y Scaglie (2009) quienes en su revisión “Disruptores endocrinos. Composición química, mecanismo de acción y efecto sobre el eje reproductivo” permiten comprender e identificar la incidencia de los disruptores endocrinos en la producción y transporte de hormonas esteroideas sexuales y en los receptores de andrógenos y estradiol, además de tener un acercamiento a los posibles mecanismos de acción de las sustancias disruptivas presentes en los productos de uso cotidiano.

Ahora bien, es importante mencionar que Hannon & Flaws (2015) en su publicación “*The effects of phthalates on the ovary*” describen la incidencia de los ftalatos en la foliculogénesis y, por tanto, en la esteroidogénesis, proceso de producción de hormonas esteroideas. Concretamente de este estudio, se tomó en cuenta la acción de los disruptores endocrinos y cómo intervienen en dos procesos fundamentales llevados a cabo en el ovario, permitiendo una mayor profundización del tema a abordar y así mismo mejorar la comprensión de los conceptos.

Por otra parte, es relevante considerar el aporte por parte de Land, Miller, Fugate & Hannon (2022) en su investigación “*The effects of endocrine disrupting chemicals on ovarian and ovulation related fertility outcomes*”, debido a que permiten identificar los principales disruptores endocrinos presentes en los productos cosméticos de uso cotidiano, la función que cumplen en estos y la posible vía de absorción, algunos ejemplos, son los parabenos y los ftalatos, sustancias utilizadas principalmente como conservantes, los cuales son absorbidos por su ingesta o contacto dérmico, así mismo, retoman algunas relaciones entre la reducción de folículos antrales y la disminución de los niveles de estradiol, para comprender en mayor medida la incidencia de los disruptores en la fertilidad de la mujer.

Respecto a la identificación de parabenos en los productos cosméticos y de cuidado personal, se destaca el artículo de Sanchez, et al., (2022) “*Disposable screen-printed carbon-based electrodes in amperometric detection for simultaneous determination of parabens in complex-matrix personal care products by HPLC*” debido a que permite reconocer las condiciones cromatográficas necesarias para la identificación de parabenos en un bloqueador

solar utilizando como método analítico la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y la preparación adecuada de las muestras para el análisis, además, sirve como referencia para hacer la comparación en cuanto a los tiempos de retención de los parabenos a una longitud de onda específica.

2.3 Antecedentes didácticos

Hacia la búsqueda de una base teórica para la creación o adaptación en la evaluación de la argumentación como habilidad, Jiménez y Díaz (2003) en su artículo *“Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas”* brindan una guía encaminada al análisis del razonamiento argumentativo de estudiantes, desde modelos evaluativos de la argumentación como el propuesto por Jiménez Aleixandre, permitiendo identificar los elementos que componen un argumento, los cuales son enunciados, datos, justificaciones, conocimientos básicos, calificadores modales y refutación.

Por otra parte, el trabajo realizado por Moreno y Torres (2020), *“La habilidad argumentativa a través del aprendizaje del concepto reactivo límite mediante el uso de prácticas de laboratorio”*, permite tener una base conceptual acerca del modelo teórico propuesto por Toulmin y un referente para la creación de la escala o nivel de desarrollo de la habilidad argumentativa, ya que evidencian el desarrollo de la argumentación en los estudiantes desde Jiménez Aleixandre a través de trabajos prácticos de laboratorio, potenciando y permitiendo establecer una contextualización sobre las distinciones y adaptaciones hechas por Jiménez y Díaz (2003) al modelo de Toulmin, encaminadas al desarrollo del pensamiento crítico.

En torno a potenciar el desarrollo de la argumentación como habilidad, Ávila (2020) en su trabajo *“la argumentación desde el aprendizaje basado en proyectos: una estrategia para la enseñanza de los biopolímeros”*, proporciona un referente sobre la relación del pensamiento crítico con el aprendizaje basado en proyectos, dado que este último permite orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia el pensamiento crítico como competencia, y por medio del ABPr se desarrollan actitudes que permiten la construcción de conocimientos en el aula, que brindan la posibilidad de cuestionar problemas reales y la resolución de dichos problemas, formando una conciencia crítica y fomentando el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, como la argumentación, la cual permite solucionar conflictos, tomar decisiones, debatir, analizar, preguntar, entre otras, por tanto, en la investigación se evidencia el favorecimiento de modelos como el ABPr en el desarrollo de argumentos frente al aprendizaje de distintos conceptos y temáticas.

2.4 Referentes conceptuales

La presente investigación está apoyada en el siguiente marco teórico, dividido en referentes didácticos y disciplinares, que permiten establecer bases conceptuales para la construcción, guía y consolidación de la propuesta desde una mirada intercultural con el fin de formar profesores encaminados hacia la enseñanza de una ciencia, en pro y beneficios de la sociedad.

2.4.1 Referentes didácticos.

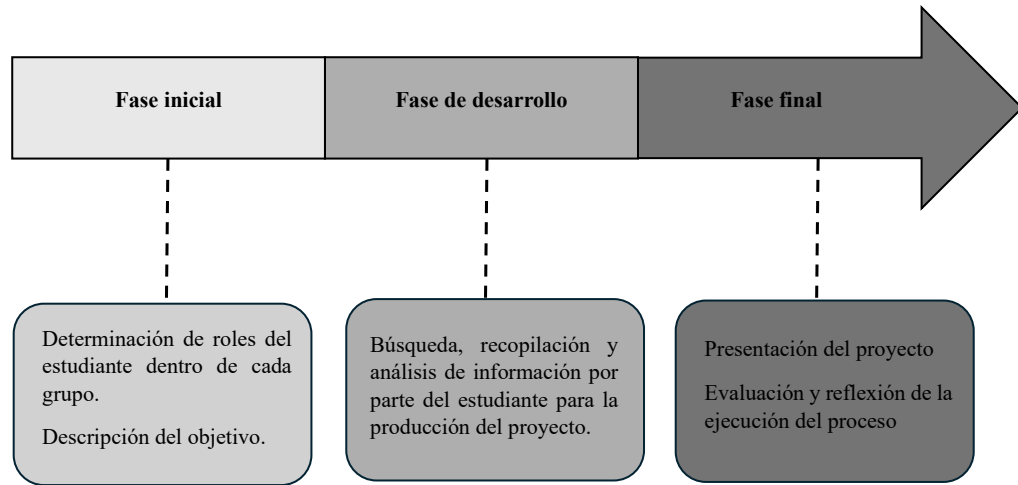
2.4.1.1 Aprendizaje basado en proyectos.

El proceso de enseñanza y aprendizaje necesita de metodologías transformadoras donde el estudiante sea el protagonista de su propio aprendizaje con el fin de desarrollar un pensamiento crítico. De ahí el surgimiento de diversas metodologías orientadas al abandono de la educación tradicional como el aprendizaje basado en proyectos (ABPr), que es un modelo centrado en las necesidades formativas reales del estudiante, por tanto, en este tipo de aprendizaje el principal protagonista es el alumno (Vergara, 2016). Otra definición del concepto señala que el ABPr constituye una de las metodologías que ofrece posibilidades de intervención activa tanto al profesor como al estudiante, acercando el sistema educativo al contexto donde se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje (Rekalde y García, 2015).

El ABPr posee características que favorecen su aplicación, Salido (2020) establece que algunas de estas son: *“el contenido se debe centrar en los intereses y conocimiento previos de los estudiantes, el proyecto debe estar acorde a la realidad curricular, se debe tener en cuenta el contexto social y cultural de los estudiantes, su implementación debe atender a criterios interdisciplinarios y fundamentarse en la investigación científica, entre otras”*.

El ABPr estrategia para desarrollar competencias permite que los estudiantes construyan aprendizajes desde la motivación, la interpretación, la retención y la transferencia de la información para generar pensamiento reflexivo y crítico (Montes de Oca Recio y Machado Ramírez, 2011). Siguiendo a Morales (2018) quien establece que como el modelo tiene por objetivo el aprendizaje autónomo, permite establecer una relación vinculante entre el aprendizaje de conceptos y el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico. En este sentido, el ABPr hace énfasis, según García y Pérez (2018), en un aprendizaje que induce a la motivación de los estudiantes, hacia el aprendizaje de nuevos conocimientos a partir de la observación y la interpretación de datos, el análisis de estudios de casos o la resolución de problemas, lo cual lleva al desarrollo de la argumentación como habilidad. Como este modelo es un proceso social, tiene una perspectiva constructivista del autoaprendizaje, y teniendo en cuenta a Jimenez-Aleixandre y Puig, (2012) quienes establecen que este autoaprendizaje promueve la argumentación, ya que el docente actúa como guía y establece criterios de evaluación, lo cual le permite al individuo desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexión sobre la realidad y su participación en ella.

Ilustración 1. Fases del aprendizaje en proyectos



Elaboración propia. Tomado de: Zambrano, et al., (2022)

Para ello, este modelo como estrategia didáctica según Zambrano, et al. (2022) cuenta con unas fases para su implementación (ilustración 1), que tienen por objetivo potenciar el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico como el análisis, síntesis, evaluación, resolución de problemas de baja y alta complejidad, trabajo con controversias (García y Occelli, 2012).

2.4.1.2 Pensamiento crítico y habilidad argumentativa.

El análisis de un aprendizaje y la capacidad de reflexión frente a diversas situaciones son componentes del aprendizaje significativo que junto al desarrollo de habilidades como la argumentación potencian o no su desarrollo en el aula de clases, entendiendo al pensamiento crítico según Mejía, Orduz y Peralta (2006, citados por Restrepo, 2020) como “*la capacidad de ir más allá de los significados aparentes y darse cuenta de lo que hay detrás de las ideas, argumentos, teorías, ideologías y prácticas sociales*”. Desde otra visión Lara (2012) entiende el pensamiento crítico como “*Aquel que permite una reestructuración de la información nueva o recibida, disponiendo de los conocimientos y creencias que se tienen, produciendo así una actividad intelectual, destinada a conseguir o lograr objetivos ya sea en el ámbito académico o en la vida diaria*”. De ahí la importancia del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, teniendo en cuenta a Halpern (2006) quien plantea cinco habilidades para desarrollar el pensamiento crítico:

Tabla 1. Habilidades de pensamiento crítico.

Comprobación de hipótesis	Hipótesis como ideas provisionales que buscan posibles razones o soluciones a una problemática planteada o a un hecho.
----------------------------------	--

Razonamiento verbal	Conocimientos sobre el lenguaje permitiendo identificar analogías presentes en el discurso.
Análisis de argumentos	Permite identificar y valorar la calidad del discurso, así como los componentes de un argumento entre los que se encuentran la razón y la conclusión.
Probabilidad en incertidumbre	Contemplan las posibilidades o certezas de que un fenómeno o suceso ocurra.
Toma de decisiones y resolución de problemas	Expresar un problema y plantear soluciones, comprendiendo las cuestiones relacionadas al problema para así llegar a una solución coherente y certera.

Fuente propia. Información adaptada de Nieto et. al (2009).

Uno de los principales instrumentos para evaluar las habilidades del pensamiento crítico es el “test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas” (HCTAES – Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations) el cual consta de 25 situaciones problema a la que puede estar expuesto cualquier sujeto en su vida cotidiana, además utiliza un formato de respuesta múltiple, permitiendo que el individuo elija la mejor alternativa para dar respuesta o solución a la situación planteada. Tal como lo plantean Nieto, Saiz y Orgaz (2009) este formato de respuesta permite conocer, si la persona que responde el test manifiesta un uso espontáneo de la habilidad argumentativa y si a su vez es capaz de hacer uso de esta habilidad para encontrar la mejor alternativa de respuesta.

Es relevante entender la argumentación desde Jiménez- Aleixandre y Díaz, (2003) como “La capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos o procedentes de otras fuentes” importante en disciplinas como la química, para la promoción y desarrollo de una alfabetización científica, y un lenguaje científico apropiado. Se realiza una adaptación del test de Halpern de las situaciones 11-15 enfocadas a la habilidad argumentativa y análisis de argumentos. En este sentido, un argumento debe cumplir con parámetros de calidad según Marín (2018) “una argumentación será de calidad si cumple con requerimientos lógicos, teóricos y pragmáticos”.

Entendiendo el componente lógico como “Justificaciones y conclusiones que están relacionadas con un grado de certeza. Así mismo el componente teórico como las justificaciones que hacen ciertas una afirmación, apoyadas en un modelo teórico o explicativo, y en el componente pragmático se evalúa el argumento desde un todo, teniendo en cuenta que debe estar adecuado a las circunstancias en las que se presenta (Marín, 2018).

2.4.1.3 Argumentación como habilidad del pensamiento crítico desde Jimenez-Aleixandre.

Desde el enfoque del pensamiento crítico, la educación es concebida como un proceso activo, que conlleva a entender la argumentación como una habilidad. La argumentación desde la visión de Jimenez-Aleixandre y Puig, (2012), es la evaluación de los enunciados del conocimiento, conformada por conclusiones, pruebas y justificaciones. Desde otra perspectiva, Tamayo (2011) entiende la argumentación como un proceso social, intelectual y verbal que tiene como finalidad convencer, ya se desde la justificación o la refutación.

Retomando la argumentación desde Jimenez-Aleixandre, un argumento está compuesto por tres componentes esenciales y tres auxiliares:

Tabla 2. Componentes de un argumento.

Componentes de un argumento.		Generalidades.
Estructura principal de un argumento	Conclusión	Enunciado a probar o refutar.
	Prueba	Observación que se apela para evaluar el enunciado, datos que apoyen el enunciado ya sea cuantitativos o cualitativos.
	Justificación	Relaciona las conclusiones con las pruebas, consolidación del modelo.
Brindar calidad al argumento	Conocimiento básico	Sustentar o respaldar la justificación. Puede provenir de diferentes fuentes: Libros, artículos, profesor, entre otros.
	Calificadores modales	Expresan el grado de incertidumbre o certeza del argumento.
	Refutación	Condiciones en las que no es acertada la conclusión o el enunciado.

Elaboración propia. Información adaptada de Jimenez-Aleixandre y Puig (2012).

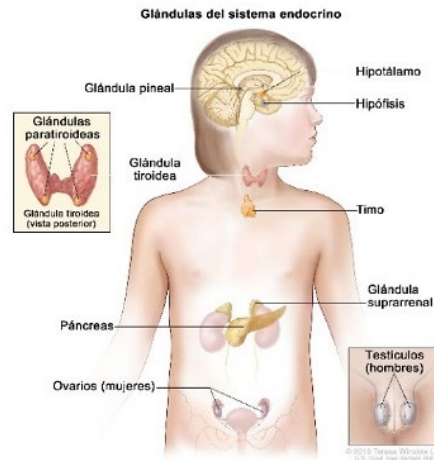
2.4.2 Referentes disciplinares.

2.4.2.1 Sistema endocrino

Para entender el comportamiento o acción de los disruptores endocrinos en la salud reproductiva, principalmente en las mujeres, es importante reconocer el funcionamiento del sistema endocrino considerado como un conjunto de glándulas y órganos que producen y secretan hormonas, las cuales son transportadas a distintas partes del cuerpo y que se encargan de controlar, regular y coordinar las funciones de la mayoría de los órganos, por

ello, Navarrete, Peña y Segura (2022) plantean que la principal función del sistema endocrino es “la comunicación entre células y órganos distantes por medio de señalizaciones que están mediadas por las hormonas” participando en procesos como el desarrollo, el crecimiento, la reproducción, entre otros, que son fundamentales en la salud de las personas.

Ilustración 2. Sistema endocrino



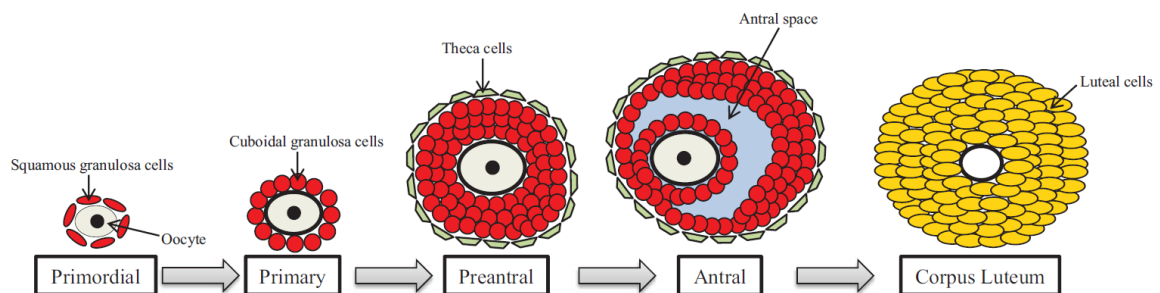
Tomado de: Instituto Nacional del Cáncer.

Teniendo en cuenta la ilustración 2. el sistema endocrino está conformado por diversas glándulas y órganos encargados de producir y secretar hormonas. El hipotálamo es el principal encargado de regular la producción de hormonas en el sistema, enviando señales eléctricas a la glándula pituitaria, dando paso a la producción de hormonas que se transportan por el torrente sanguíneo permitiendo el funcionamiento de los órganos del cuerpo humano.

2.4.2.2 Función ovárica: Foliculogénesis y esteroidogénesis

Las mujeres nacen con una cantidad determinada de folículos los cuales son la unidad fundamental del ovario, en estos se encuentran los ovocitos que van madurando por medio de un proceso conocido como foliculogénesis, una de las funciones fundamentales para la función reproductiva (Hannon y Flaws, 2015).

Ilustración 3. Foliculogénesis.



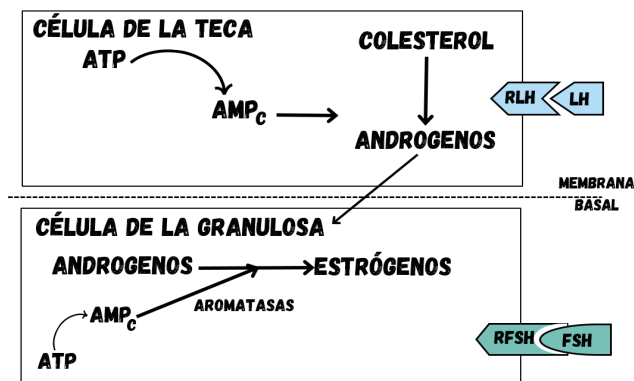
Tomado de: Hannon y Flaws (2015).

En la ilustración 3. Se pueden apreciar las etapas de la foliculogénesis, este proceso permite el desarrollo y maduración de los folículos por medio de fases que son denominadas por el estado de desarrollo (Hannon y Flaws, 2015):

- Foliculo primordial: en esta etapa el folículo que contiene el ovocito es rodeado por células de la granulosa (encargadas de brindar el soporte nutricional y hormonal requerido para la foliculogénesis).
- Foliculo primario: el ovocito aumenta su tamaño y es rodeado por 10 a 40 células de la granulosa (Filipiak, Viqueira y Bielli, 2016).
- Foliculo preantral: el folículo es rodeado por una mayor cantidad de células de la granulosa, en esta etapa el desarrollo comienza a ser dependiente de las gonadotropinas generando un incremento en la producción de esteroides, específicamente estrógenos. Además, comienza la aparición de las células de la teca alrededor del folículo cumpliendo un papel fundamental para la producción de andrógenos.
- Foliculo antral: en esta etapa se da la producción del líquido o antro folicular, encargado de formar una zona protectora alrededor del folículo, siendo este el folículo más maduro del ovario y que da paso posteriormente a la fertilización.
- El ultimo estadio del folículo consiste en la formación del cuerpo lúteo, encargado de la producción de hormonas como la progesterona con el fin de preparar el endometrio para la fecundación, sin embargo, al no haber fecundación se produce una degeneración del cuerpo lúteo y se forma el Corpus Albicans (Filipiak, 2016).

Por otro lado, la esteroidogénesis es otro proceso que se lleva a cabo en el ovario y que de la mano con la foliculogénesis contribuyen a un correcto funcionamiento de los ovarios, en este proceso se producen hormonas esteroides sexuales como progesterona y estrógenos encargadas de regular y controlar el desarrollo sexual y se da principalmente en los folículos antrales maduros, los cuales aumentan los niveles de estradiol y a su vez los niveles de la hormona luteinizante con el fin de dar paso a la ovulación (Hannon y Flaws, 2015).

Ilustración 4. Teoría doble celular.

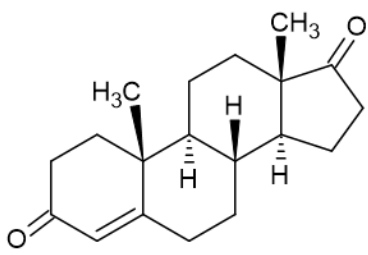
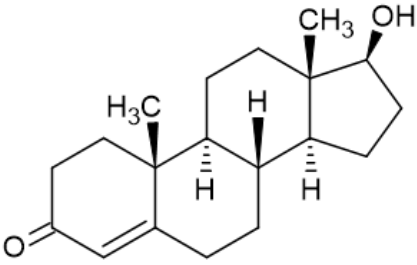


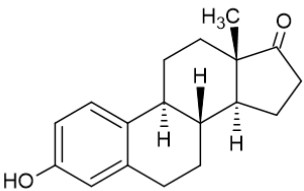
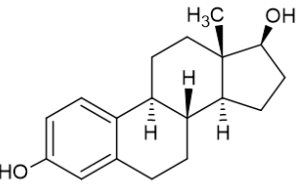
Elaboración propia. Información adaptada de: Aguirre, Barrios y Aguirre (2012).

La teoría doble celular, como se evidencia en la ilustración 4 explica el proceso de esteroidogénesis que ocurre en las células de la teca y de la granulosa de los folículos ováricos, y tiene por objetivo la producción de las hormonas esteroides sexuales, inicia cuando el hipotálamo libera la hormona de gonadotropina (GnRH) que actúa sobre la hipófisis anterior, esta se encarga de liberar la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH) (Aguirre, Barrios y Aguirre, 2012).

La LH actúa sobre las células de la teca, uniéndose a su respectivo receptor, y facilitando la degradación del ATP en AMP cíclico, que se encarga de activar las enzimas correspondientes para la transformación del colesterol en androstenediona y testosterona y la FSH actúa sobre las células de la granulosa, uniéndose a su respectivo receptor, y facilitando la degradación del ATP en AMP cíclico, encargado de activar las enzimas aromatasas, que catalizan la transformación de los andrógenos producidos en las células de la teca y que atraviesan la membrana basal a 17-b-estradiol, que posteriormente va a salir hacia el flujo sanguíneo (Richards, 2018).

Tabla 3. Hormonas esteroides sexuales.

Célula de la teca	
Andrógenos	<p><i>Ilustración 5. Estructura química de la Androstenediona.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>
	<p><i>Ilustración 6. Estructura química de la Testosterona.</i></p> 

	<i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i>
Célula de la granulosa	
Estrógenos	<p><i>Ilustración 7. Estructura química de la Estrona.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>
	<p><i>Ilustración 8. Estructura química del Estradiol.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>

Elaboración propia. Información adaptada de Carreño (1997).

2.4.2.3 Disruptores endocrinos (EDs) y sus efectos en el ovario

Entre los años 1940 a 1970, la forma sintética de la hormona estrógeno, el dietilestilbestrol (DES) era muy recetada a mujeres embarazadas para prevenir abortos y complicaciones en el embarazo. Desde 1971 las investigaciones se enfocaron en relacionar la exposición intrauterina del DES con el adenocarcinoma de células claras o cáncer de cuello uterino (NIH, 2021). Esta sustancia constituye el primer antecedente para potenciar el desarrollo e investigación en torno al DES y otras sustancias que generaban síntomas similares, actualmente son conocidos como disruptores endocrinos; teniendo en cuenta a Romano (2012), son sustancias capaces de alterar el equilibrio hormonal y la regulación del desarrollo embrionario, por tanto, tienen la capacidad de producir efectos adversos sobre la salud de las personas.

Los disruptores endocrinos al tener una acción similar a las hormonas naturales del organismo, producen un desbalance en el nivel de andrógenos, estrógenos, progestágenos y hormonas tiroideas (Arvelo, Sojo y Cotte, 2016). Además, de afectar la reserva ovárica de

foliculos como lo afirman Hannon y Flaws (2015), los químicos o sustancias que actúan como disruptores endocrinos “*pueden inducir al agotamiento de los folículos en una determinada etapa, los pueden detener o promover una aceleración en su desarrollo*” siendo esto perjudicial para la salud reproductiva. Sin embargo, a pesar de ser sustancias que provocan efectos negativos en el funcionamiento general de muchos órganos, son altamente utilizados por industrias con el fin de alargar y mejorar la calidad de vida de un producto.

Los EDs actúan en el organismo por distintos mecanismos de acción, tal como lo exponen Azartzky et al. (2017):

- Se unen a los receptores estrogénicos, activándolos y de este modo mimetizando la acción de los ligandos naturales.
- Se unen a los receptores estrogénicos, sin embargo, los receptores no son activados, por tanto, actúan como un antiestrógeno o antiandrógeno, antagonizando la acción de los ligandos naturales.
- Activan enzimas que pueden modificar la síntesis y el metabolismo hormonal, afectando el estado natural de las hormonas.
- Modifican la cantidad de receptores hormonales, reduciendo o incrementando su cantidad, afectando de este modo el estado de respuesta a las hormonas naturales o artificiales.

Las acciones de los EDs dependen en parte de las sustancias que interactúan con los receptores como se evidencia en la tabla 3.

Tabla 4. Acciones de los disruptores endocrinos en el cuerpo.

Acciones de los disruptores endocrinos (EDs)	Sustancias
Mimetización de las hormonas	Diclorodifeniltricloroetano (DDT), Bifenilos policlorados (PCBS), fitoestrógenos, parabenos y ftalatos.
Antagonizan las hormonas	PCBS
Alteran el metabolismo	Éteres de bifenilos polibromados (PBDE.99)
Modulan los niveles de receptores	Bisfenol A (BPA)

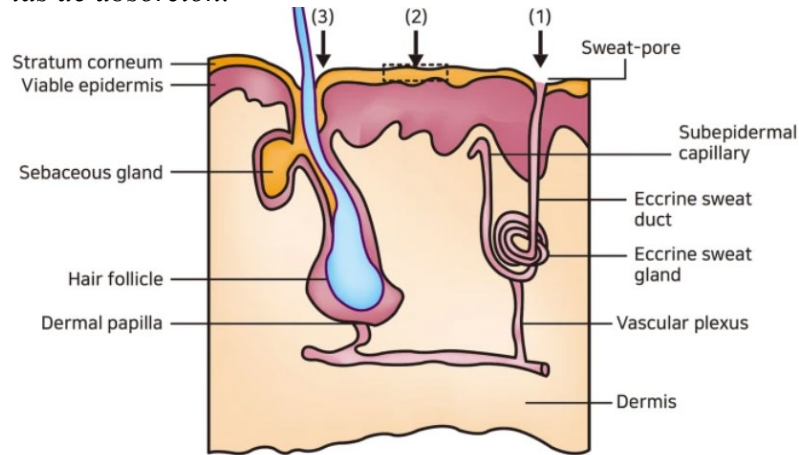
Elaboración propia. Información adaptada de Romano (2012).

2.4.2.4 Posibles vías de absorción en la piel

La piel está comprendida por tres principales capas: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo. La epidermis está constituida por cinco estratos celulares diferentes, el basal, el espinoso, el granuloso, el lucido y el córneo, (Kim, et al., 2020) siendo este ultimo la capa más superficial de la epidermis que contiene aproximadamente de 10 a 30 capas de

corneocitos (células aplanadas, queratinizadas, aplanadas e inactivas que conforman una barrera).

Ilustración 9. Vías de absorción.



Tomada de: Kim et. al (2020)

En este sentido, como se puede apreciar en la ilustración existen tres posibles vías por las cuales una sustancia química puede ser absorbida por la piel y llegar a las capas más inferiores, tal como lo plantean Kim et. al (2020):

1. Por medio del poro del sudor y de las glándulas sudoríparas.
2. vía intracelular a través de los corneocitos y la matriz lipídica, considerada la vía principal ya que permite un paso directo a través del estrato córneo hasta la capa inferior de la piel.
3. A través de la glándula sebácea y el folículo piloso, la cual es considerada como la vía principal en la absorción de los compuestos activos de los productos cosméticos (Rodríguez y Rodríguez, 2022).

Una de las características que poseen los productos cosméticos es contener sustancias altamente lipofílicas, con el fin de mejorar la permeación de estos en la piel. En este sentido, cuando una sustancia es absorbida en la piel puede ser metabolizada por enzimas locales o llegar a la circulación y ser transportada (Rodríguez y Rodríguez, 2022), alterando el sistema endocrino al interactuar con algunas enzimas o estructuras celulares. Sin embargo, existen varios factores que influyen en la absorción de las sustancias endocrinas, entre los que se encuentran los factores ambientales, el estado de la piel y las características de la sustancia (Guimaraens, 2004).

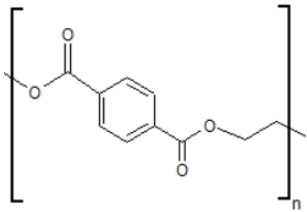
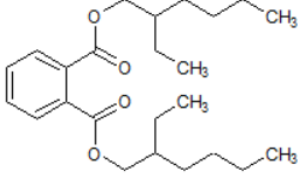
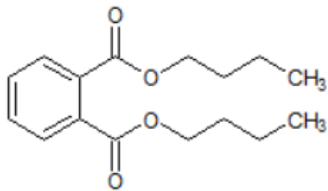
2.4.2.5 Parabenos y ftalatos

Las sustancias más reconocidas cuando se habla de un producto cosmético o de cuidado personal como cremas, desodorantes, acondicionadores, esmaltes entre otros, son los parabenos y los ftalatos, las cuales, debido a su bajo costo y a su acción conservante y

suavizante, son altamente utilizados a nivel industrial, pero a su vez tienen repercusiones a largo plazo sobre la salud reproductiva principalmente en las mujeres.

➤ **Ftalatos en productos cosméticos y de cuidado personal**

Tabla 5. Principales Ftalatos utilizados en la industria cosmética.

	Sustancia	Ejemplos de usos
<p>Tereftalato de polietileno PET</p>	<p><i>Ilustración 10. Estructura química del PET.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	<p>Como conservantes en Esmaltes, glitters y brillantinas, dando propiedades como flexibilidad y maleabilidad a los productos.</p>
<p>Di (2- etilhexilftalato) DEHP</p>	<p><i>Ilustración 11. Estructura química del DEHP.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	<p>Como conservante y suavizante en productos como perfumes y lacas para el cabello.</p>
<p>Di(n-butil) ftalato DBP</p>	<p><i>Ilustración 12. Estructura química del DBP.</i></p>  <p><i>Ilustración 4. Estructura química de DBP. Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	<p>En perfumes, desodorantes, esmalte para uñas y laca para el cabello, aportando suavidad al producto.</p>

Elaboración propia. Información adaptada de Azaretsky et al., (2017).

2.4.2.6 Mecanismo de acción del DEHP

El DEHP es una sustancia química incolora, que se encuentra en muchos productos para dar mayor flexibilidad, sin embargo, en la industria cosmética es comúnmente utilizado como conservante en productos como esmaltes y lacas para el cabello. El uso de estos conservantes ha sido un tema polémico en los últimos años, ya que se encuentra asociado con problemas

en la fertilidad femenina y la menopausia precoz. Una de las principales vías por las que el DEHP ingresa al organismo es por medio de la absorción dérmica y su metabolismo inicia con una hidrólisis por acción de las enzimas lipasas produciendo su metabolito más conocido el mono-2-etilhexil ftalato (MEHP) que a su vez es más reactivo (Rafael, 2018)

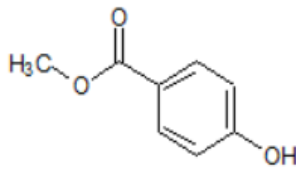
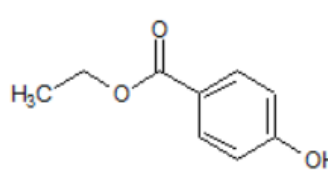
2.4.2.7 Enzimas *Superóxido dismutasa 1 (SOD1)* y *Glutación peroxidasa (GPx)*

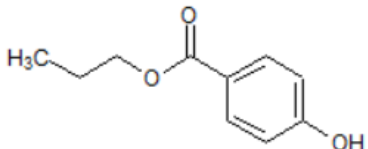
Las enzimas SOD1 y GPx son fundamentales para mantener el equilibrio homeostático y estabilizar las especies reactivas de oxígeno para evitar el daño causado por el estrés oxidativo, sin embargo, cuando hay una exposición al DEHP o al MEHP se da una inhibición de estas enzimas, principalmente de la SOD1 que genera una disminución en los niveles de ARNm ovárico del gen CYP19A1, el cual interviene en la producción de enzimas aromatasas para la síntesis de hormonal en la esteroidogénesis, afectando directamente el desarrollo del folículo, tal como lo plantean Patel, Zhou, Rattan & Flaws (2015):

“Se ha demostrado que el MEHP afecta la salud del folículo al inducir estrés oxidativo mediante el aumento de los niveles de especies reactivas de oxígeno y la alteración de la expresión y la actividad de los antioxidantes superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa, lo que resulta en la inhibición del crecimiento del folículo antral”.

➤ **Parabenos en productos cosméticos y de cuidado personal**

Tabla 6. Principales Parabenos utilizados en la industria cosmética.

	Sustancias	Ejemplos de usos
Metilparabeno	<p><i>Ilustración 13. Estructura química del Metilparabeno.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	Como conservantes y antimicrobianos en productos como shampoo y cremas corporales.
Etilparabeno	<p><i>Ilustración 14. Estructura química del Etilparabeno.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	

Propilparabeno	<p><i>Ilustración 15. Estructura química del propilparabeno.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	<p>Como antimicrobiano de productos de cuidado personal como cremas, shampoo, talcos principalmente para bebés.</p>
----------------	---	---

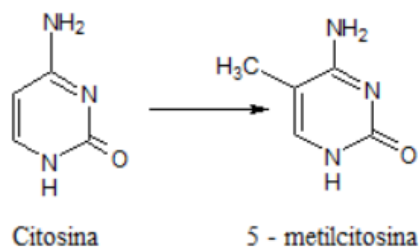
Elaboración propia. Información adaptada de Azaretsky et al., (2017).

2.4.2.8 Mecanismo de acción del propilparabeno.

Los parabenos son compuestos químicos utilizados en gran variedad de productos cosméticos y de cuidado personal, debido a sus propiedades como conservante, alargando y mejorando el tiempo de vida útil de los productos, algunos de los parabenos más reconocidos por la industria cosmética son el metilparabeno, el etilparabeno y el propilparabeno, siendo este último el más asociado con la posibilidad de desarrollar problemas en la fertilidad femenina.

Uno de los posibles mecanismos de acción del propilparabeno consiste en la alteración en los niveles de metilación en los sitios CpG (Citosina fosfo Guanina) en la región promotora del gen CYP11A1 (Li, et. al, 2021).

Ilustración 16. Metilación en sitios CpG.

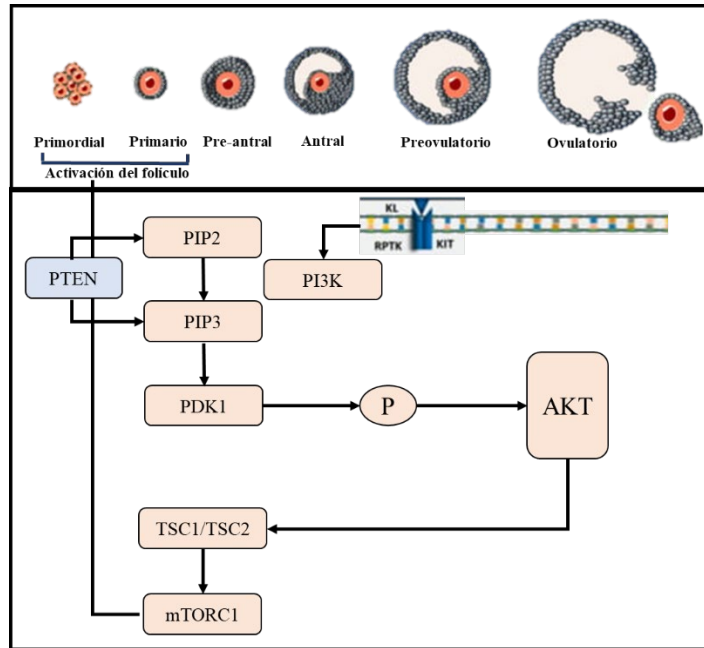


Diseñado en ChemSketch. Fuente propia

En la ilustración se puede apreciar la metilación en la base nitrogenada citosina de los sitios CpG, esta metilación consiste en la adición de un grupo CH₃ que modifica la estructura química del ADN, siendo un proceso importante en la regulación de la expresión génica, sin embargo, al haber una exposición continua al propilparabeno se puede inducir a una alteración en este proceso, provocando una represión en la expresión de los genes apagando o silenciando la actividad del gen CYP11A1. Este gen es fundamental en la síntesis de hormonas en la esteroidogénesis ya que se encarga de codificar la enzima p450 necesaria para la transformación de colesterol en pregnenolona, al verse interrumpida la acción de este gen los procesos de esteroidogénesis y foliculogénesis serán afectados (Li, et. al, 2021).

Otro posible mecanismo de acción del propil parabeno es la inhibición de la enzima Fosfatidilinositol-3,4,5-trisfosfato 3 fosfatasa (PTEN) en la vía de señalización PI3K/AKT, vía que se encarga de regular el inicio de los puntos de control del ciclo celular, la DDR (Detección y reparación de los daños) del ADN de los ovocitos, y de dar inicio al proceso de maduración de los folículos primordiales.

Ilustración 17. Vía de señalización PI3K/AKT.



Elaboración propia. Información adaptada de: Maidarti, Anderson y Telfer, (2020).

Centrándose en la maduración de los folículos primordiales, Maidarti, Anderson y Telfer, (2020), en su investigación evidencian que esta inicia cuando el factor de crecimiento IGF1 se une a la proteína receptora de tirosina Kinasa (RPTK), la cual activa la fosfoinositida-3-quinasa (PI3K), y a su vez, la PTEN que es una enzima fosfatasa de doble especificidad la cual se encarga de convertir la fosfatidilinositol-4,5-bisfosfato (PIP2) en fosfatidilinositol-3,4,5-trisfosfato (PIP3) y nuevamente la PIP3 en PIP2 como mecanismo regulador de la activación de la kinasa 1-dependiente de fosfoinositidina (PDK1), lo que lleva a la fosforilación de AKT e inactiva el complejo de esclerosis tuberosa 1 y 2, y posteriormente a la activación del complejo de rapamicina mTORC1, que inicia el proceso de maduración de los folículos primordiales. En este sentido, posiblemente cuando la PTEN es inhibida por el propilparabeno se produce una sobreactivación de la PDK1, y por tanto una sobreactivación de los folículos, esta aceleración en la maduración de los folículos produce un agotamiento de los folículos, que a largo plazo puede terminar en una menopausia temprana (Yan, et. al, 2022).

2.5 Marco legal

En la actualidad la mayoría de los productos de aseo y cuidado personal son una fuente de exposición a sustancias tóxicas que, dadas sus propiedades y diversidad de tipos, es difícil establecer una concentración o cantidad segura de exposición.

En Colombia la reglamentación que se rige con respecto a los productos de aseo y cuidado personal está establecida en el Decreto 1545 de 1998 *"Por el cual se reglamentan parcialmente los Regímenes Sanitarios, del Control de Calidad y de Vigilancia de los Productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico y se dictan otras disposiciones."* Mencionándose aspectos generales como las medidas sanitarias, las posibles sanciones en caso de incumplimiento y las características del empaque donde se debe evidenciar las sustancias contenidas en los productos y especificar cuales implican un riesgo sanitario. Sin embargo, con respecto a los disruptores endocrinos contenidos en los productos de aseo, no se cuenta con una normativa vigente que regule estas sustancias en los productos.

En Europa, el reglamento (UE) 2017/745 establece que *"Los productos cosméticos deben ser seguros en condiciones de utilización normales o razonablemente previsibles. En especial, un razonamiento basado en el balance entre riesgos y beneficios no debe servir como justificación de un riesgo para la salud humana."* Por lo que sustancias que impliquen un riesgo para la salud, principalmente que sean de cadenas largas y funcionen como disruptores endocrinos son prohibidas en la fabricación de productos de cuidado personal.

La legislación de la UE permite el uso de parabenos en cosméticos, pudiendo un mismo producto contener uno o varios de ellos. La máxima concentración total permitida en los productos de consumo es de 8 g de parabenos por kg de producto cosmético, siempre que ningún parabeno individual esté presente en una concentración superior a 4 g/kg. El comité científico de Seguridad de los consumidores recomienda el límite del propil y butilparabeno a una concentración máxima de 1,9 g/Kg de producto cosmético (CE, 2010).

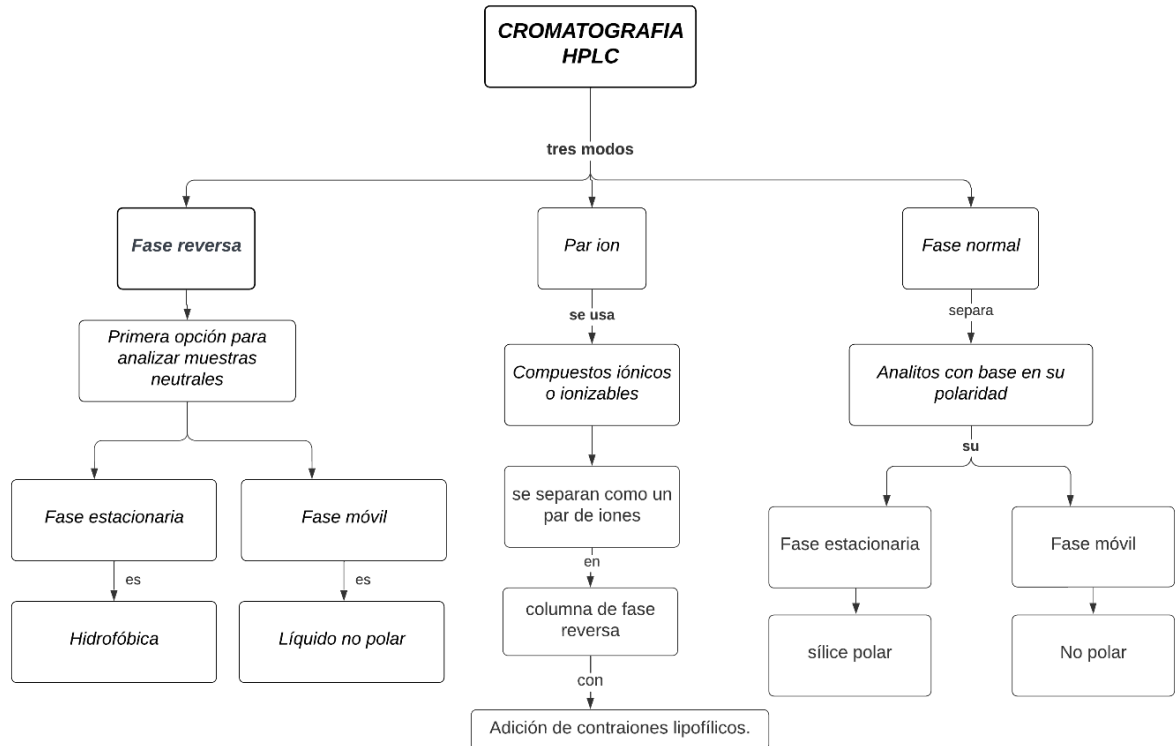
2.6 Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC).

En el análisis, separación y purificación de muestras, se utilizan diversos métodos analíticos como la espectrofotometría uv-vis, espectrometría IR, métodos cromatográficos como la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), entre otros. Para la identificación cualitativa de parabenos en esta investigación se utilizó la técnica HPLC, derivada de la cromatografía clásica, teniendo en cuenta a Kumar, Dwivedi y Agarwal, (2015, p.76) quienes afirman que *"la cromatografía HPLC es un método para verificar la pureza de entidades químicas, monitorea los cambios de reacción en procedimientos sintéticos o de ampliación para evaluar nuevas formulaciones y llevar a cabo control o garantía de la calidad de productos"*.

Para la elección de las condiciones cromatográficas se requiere de condiciones como detector, columna y fase móvil. En la selección de la columna se debe tener en cuenta que esta produzca una buena separación; Chakole, et al (2021) refieren que para la selección del

modo cromatográfico se debe analizar si se quiere la determinación por peso molecular o por la polaridad del analito, en la optimización de la fase móvil se selecciona un búfer, donde se elige el pH apropiado, además que se debe considerar el efecto del modificador orgánico, algunas opciones muy comunes de fase móvil son acetonitrilo y metanol. En la selección del detector que generalmente es UV, es importante tener en cuenta la longitud de onda de máxima absorción del analito.

Ilustración 18. Modos de HPLC.



Elaboración propia. Información adaptada de Morales y Suarez (2018).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

3.2 Enfoque y diseño de la investigación

De acuerdo con el objeto de estudio del presente trabajo de investigación, el cual es el desarrollo de la habilidad argumentativa frente a la incidencia de sustancias disruptivas en el ovario desde el ABPr, el paradigma metodológico que más se ajusta es el mixto, caracterizado por recopilar, analizar e interpretar datos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio (Leech & Onwuegbuzie, 2009). Las investigaciones mixtas en estudios sobre argumentación son escasas y brindan varias herramientas, Pinochet (2015) establece que algunas de estas son *“alcanzar una perspectiva más amplia y profunda de la relación entre enseñanza, aprendizaje y argumentación; producir datos de mayor riqueza y variedad; apoyar con mayor solidez las conclusiones, etc.”*

El enfoque de investigación elegido es el interpretativo ya que se centra en la construcción y comprensión del sentido a favor de las acciones y formación ciudadana (Vargas, 2011), facilitando y potenciando el desarrollo de la habilidad argumentativa desde situaciones de la cotidianidad con el fin de generar conciencia y toma de decisiones desde posturas críticas. El enfoque didáctico de la investigación es el Aprendizaje basado en proyectos que promueve el aprendizaje de conceptos científicos mediante la resolución de un problema o la elaboración de un producto, en este caso un cosmético o producto del cuidado personal.

3.3 Contexto de la investigación, población:

El contexto de la presente investigación es la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, sede principal ubicada en la calle 72 N 11-86 en la capital del país, en donde se posiciona la facultad de ciencia y tecnología, y dentro de esta el departamento de Química, que tiene por misión:

Liderar procesos educativos en Química y ciencias afines, en pedagogía, en investigación, en ciencias ambientales, en tecnología de la Química, y en prestación de servicios que involucren al hombre, a la cultura y a la sociedad, articulados con la realidad social, cultural, económica, política y ambiental del país por medio de estrategias y acciones interdisciplinarias que contribuyan a manejar y solucionar las necesidades y contexto de deberes y derechos ciudadanos.

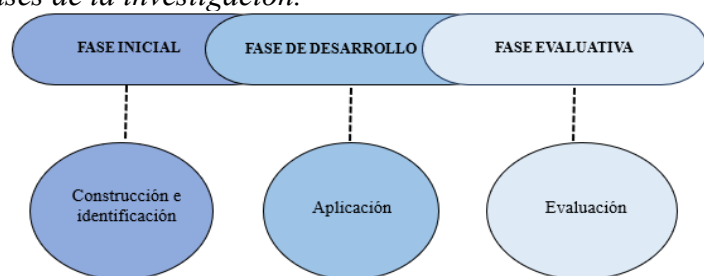
La población de estudio está conformada por 15 estudiantes de la licenciatura en química, específicamente del énfasis didáctico II, bioquímica del ejercicio, que oscilan entre un rango de edad entre 21 a 32 años.

3.4 Fases de la investigación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos le ofrece al docente la oportunidad de renovar las estrategias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como el docente no es la principal

fuente de conocimiento, sino tiene el rol de guiar a los estudiantes, las metodologías en el aula se deben transformar hacia la autonomía del estudiante y el aprendizaje colaborativo, siguiendo Zambrano (2022) el desarrollo del presente proyecto de investigación se desarrollará en las siguientes tres fases:

Ilustración 19. Fases de la investigación.



Fuente propia.

Fase inicial: En esta primera fase se consolidó el problema de investigación y los objetivos del trabajo, se hizo una revisión detallada de antecedentes, se plantearon los principios metodológicos y se caracterizaron los métodos analíticos que permiten la determinación cualitativa de parabenos en productos de cuidado personal y la elaboración de la secuencia didáctica a implementar. Así mismo, se identificaron los conceptos previos de los profesores en formación frente a sistema endocrino y disruptores endocrinos a partir de una actividad de reconocimiento y diagnóstica.

Fase de desarrollo: En esta fase de acción, se implementó dos actividades relacionadas con los mecanismos de acción de los disruptores endocrinos y apoyadas con vídeos de elaboración propia, sobre los elementos que conforman un argumento y sobre el proceso de esteroidogénesis, una práctica de laboratorio HPLC hacia la determinación de la concentración del metilparabeno y propilparabeno, y una monitoria de revisión de los procedimientos propuestos por los estudiantes para la construcción de un producto cosmético o de cuidado personal libre de MP y PP.

Fase evaluativa: Finalmente, en esta fase se creó el producto y se entregó el producto natural libre de parabenos y ftalatos, por medio de un formato de retroalimentación sobre la incidencia de los disruptores endocrinos en el ovario, la relación costo/beneficio y los problemas de salud pública ocasionados por químicos sintéticos tóxicos. Con los resultados obtenidos por medio del software de análisis de datos atlas.ti se llevó a cabo el respectivo análisis y la consolidación las conclusiones del proyecto.

3.5 Descripción de instrumentos.

Tabla 7. Secuencia didáctica.

Actividad	Descripción
-----------	-------------

<p>Actividad de ideas previas. (ver anexo 2).</p>	<p>Consistió en la identificación de sustancias químicas presentes en los productos usados diariamente y la de un instrumento de evaluación sobre ideas previas de función endocrinos y disruptores endocrinos, y la relación social entre costo y elección de productos cosméticos y del cuidado personal.</p>
<p>Prueba diagnóstica Parte 1: Test de Halpern. (ver anexo 1). Parte 2: Actividad de disruptores endocrinos. (ver anexo 4).</p>	<p>Se realizó una adaptación de las situaciones 11 a 15 del test de Halpern, en la cual cada situación consta de 2 partes combinadas con respuestas abiertas y cerradas. Esta actividad consistió en la construcción de un argumento acerca una situación problema sobre un estudio de caso del dietilestilbrestol, la elección de un enunciado y la construcción de un argumento en torno a este, apoyado por una intervención y vídeo de creación propia.</p>
<p>Actividad de mecanismo de acción. (ver anexo 8).</p>	<p>Esta actividad consistió en la construcción de un modelo enzimático para explicar el mecanismo de acción de un ftalato o un parabeno en los procesos de foliculogénesis y esteroidogénesis que ocurren en el ovario, así como la elaboración de un argumento del mecanismo.</p>
<p>Practica de laboratorio HPLC (ver anexo 9).</p>	<p>Esta práctica consistió en la determinación de la concentración del metilparabeno y propilparabeno en un bloqueador solar, crema facial y contorno e iluminador para rostro, y la construcción de un argumento en torno a si cumple o no con la normativa en estos productos.</p>
<p>Construcción de un producto libre de parabenos</p>	<p>Parte 1: La construcción de los productos ya sea cosmético o del cuidado personal fue guiada por una monitoría, donde se discutió y se hicieron sugerencias a los procedimientos propuestos por los estudiantes en la creación de sus productos.</p> <p>Parte 2: En el laboratorio se realizó la elaboración del producto.</p>

	Parte 3: Se hizo envío del formato, el cual consistió en la construcción de argumentos relacionando el producto construido, lo aprendido de disruptores endocrinos, y la relación costo- beneficio de estos químicos en la salud. (ver anexo 10).
--	---

Elaboración propia.

La secuencia didáctica aplicada fue validada por expertos con la colaboración de 2 docentes, se diseñó un formato en donde cada docente expresó sus observaciones y sugerencias.

Tabla 8. Comentarios validación de instrumentos.

Observaciones generales	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sería pertinente en el test de Halpern adaptar todas las situaciones al entorno de cosméticos. ➤ Definir qué es un cosmético y un producto del cuidado personal, ya que no todos los estudiantes comprenden la diferencia. 	
Cargo	Docente departamento de Biología.
Estudios de pregrado	Licenciada en Biología
Estudios de postgrado	Maestría en Educación con Énfasis en Educación Ambiental Doctora en Educación

Elaboración propia.

Tabla 9. Comentarios validación de instrumentos.

Observaciones generales	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ En el instrumento final sería pertinente que no solo relacionen las alternativas de conservantes utilizadas con ventajas, sino que nombren o profundicen también en las posibles ventajas que pueden tener estos productos. ➤ Los instrumentos, aunque son pertinentes para identificar los elementos o componentes de un argumento, algunas terminologías utilizadas pueden generar confusiones en los estudiantes. 	
Cargo	Docente departamento de Química
Estudios de pregrado	Licenciada en Química
Estudios de postgrado	Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

Elaboración propia.

3.6 Rúbricas de evaluación

De acuerdo con la pregunta que enmarca el trabajo de investigación, cómo a partir del ABPr se favorece el desarrollo de la habilidad argumentativa, que va de la mano de cómo a partir de la argumentación se puede aprender conceptos relacionados con la implicación de disruptores endocrinos presentes en productos de uso diario como cosméticos y del cuidado

personal en el ovario, y de ahí fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Dado que la argumentación consiste en evaluar enunciados con base en pruebas, además que es una herramienta de las que disponemos para evaluar el conocimiento (Jiménez, 2010) y el aprendizaje basado en proyectos según Galeana de la O (2016) permite “adquirir conocimientos y habilidades básicas, aprender a resolver problemas y llevar a cabo tareas difíciles utilizando conocimientos”.

Teniendo en cuenta la rúbrica establecida por Halpern, el estudiante puede lograr como máximo 28 puntos de las situaciones 11 a 15, de ahí se formularon tres categorías de características que se observan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Rúbrica de caracterización de la habilidad argumentativa.

CARACTERÍSTICAS	PUNTOS
El estudiante presenta dificultades al identificar algunas pruebas, enunciados y falacias, además de construir argumentos basados en pruebas no específicas.	1-10
El estudiante identifica la mayoría de las conclusiones y pruebas de forma adecuada, reconoce argumentos poco válidos, además construye argumentos basados en pruebas específicas en la mayoría de los casos.	11-21
El estudiante identifica todas las conclusiones y pruebas presentes en las situaciones, reconoce y señala correctamente las falacias, además construye argumentos basados en pruebas específicas y bien fundamentadas.	22-28

Elaboración propia.

Siguiendo el modelo argumentativo propuesto por Jimenez-Aleixandre y expuesto en el marco teórico, se plantearon 3 niveles de argumentación: lógico, teórico y dialéctico, en donde cada nivel se diferencia por el uso de elementos que conforman y estructuran un argumento.

Tabla 11. Rúbrica de evaluación-Niveles de argumentación.

NIVELES DE ARGUMENTACIÓN			
Nivel 1: Lógico	El argumento en su estructura posiblemente presenta los tres elementos básicos conclusión, prueba o dato y justificación, adicional presenta un elemento auxiliar.	1 a 7 puntos	1 a 14 puntos
Nivel 2: Teórico	El argumento en su estructura presenta los tres elementos básicos conclusión, prueba o dato y justificación, adicional presenta dos elementos auxiliares.	8 puntos	15 a 16 puntos
Nivel 3: Dialéctico	El argumento en su estructura presenta los tres elementos básicos conclusión,	9 puntos	17 a 18 puntos

	prueba o dato y justificación, adicional presenta dos elementos auxiliares.		
--	---	--	--

Elaboración propia. Información adaptada de Jiménez-Aleixandre (2010).

En la tabla 11, se expone la rúbrica creada para el análisis de la estructura de un argumento, siguiendo a Jimenez- Aleixandre (2010, 69), “los argumentos comprenden conclusiones, pruebas y justificaciones”, con base en esto un argumento con estructura deficiente presenta problemas para relacionar las pruebas con la conclusión, es decir que no se evidencia una justificación o esta es muy débil. En una estructura aceptable se observa una justificación, pero esta es indirecta y en un argumento con estructura buena, se hace una correcta relación entre la conclusión y las pruebas o datos.

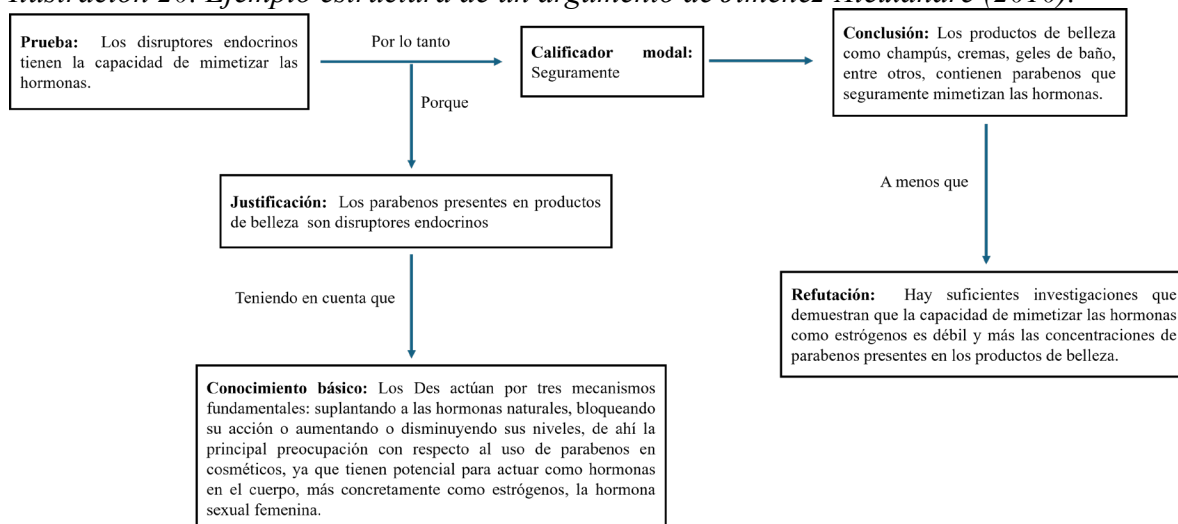
Adicionalmente, un argumento tiene otros componentes que pueden o no estar presentes, como el conocimiento básico, el calificador modal y la refutación, que dan credibilidad y calidad al argumento (Jimenez-Aleixandre, 2010). En este sentido, se establecieron tres niveles argumentativos: a) el nivel lógico que evidencia la estructura básica del argumento, es decir el uso ya sea deficiente, aceptable o bueno de los tres elementos esenciales y el empleo de un elemento auxiliar. b) el nivel teórico donde se evidencia en el argumento la conclusión, la prueba, la justificación y dos elementos auxiliares. c) el nivel dialéctico, en el que se encuentran los tres elementos esenciales y los tres auxiliares, es decir se evidencia la conclusión, la prueba, la justificación, el conocimiento básico, los calificadores modales y la refutación.

Para las actividades en donde solo se construye un argumento el máximo de puntos que se pueden obtener (*ver anexos 8 y 9*) son 9 puntos y en las actividades donde se construyen dos argumentos (*ver anexos 4 y 10*) lo máximo son 18 puntos.

Argumentar consiste en reconocer que los enunciados científicos deben estar sustentados en pruebas, los argumentos están compuestos por los elementos ya mencionados, y el uso de todos significa un argumento con mayor calidad. Para la evaluación de cada uno de los elementos que utilizan los estudiantes se tendrá en consideración el modelo propuesto por Toulmin y adaptado por Jiménez-Aleixandre, en donde la conclusión va a ser la idea a defender o asunto a debatir; la prueba deben ser los datos o hechos de un caso que aportan la información en la que la conclusión se basa; la Justificación, tiene que indicar cómo a partir de las pruebas se puede hacer una conclusión y debe verificar que las bases de la argumentación sean las apropiadas; el Conocimiento básico, tiene que apoyar la justificación y aportar más ejemplos, hechos y datos que ayudan a probar la validez de la conclusión; el calificador modal, debe establecer la probabilidad y una matización del enunciado, donde generalmente son adverbios que modifican el verbo de la conclusión; y la refutación que tenga en cuenta las posibles excepciones o las situaciones donde su conclusión no se cumpla.

Con base en esto, en la ilustración 26 se ejemplifica un argumento con todos los elementos que lo componen, tomando como referente la actividad de disruptores endocrinos.

Ilustración 20. Ejemplo estructura de un argumento de Jiménez-Aleixandre (2010).



Elaboración propia

3.7 Diseño experimental práctica laboratorio HPLC.

Para la actividad experimental se presentó la técnica analítica HPLC para la identificación del metil parabeno y propil parabeno presente en una crema facial comercial, un bloqueador solar y un contorno e iluminador para rostro empleando el equipo Shimadzu SCL-10A. En el proceso de identificación del MP y PP se realizaron dos curvas de calibración con estándares, del MP a un 98% de pureza y del PP a un 99% de pureza, determinando el respectivo tiempo de retención de cada uno y comparando con la literatura, bajo las siguientes condiciones cromatográficas.

Tabla 12. Condiciones cromatográficas.

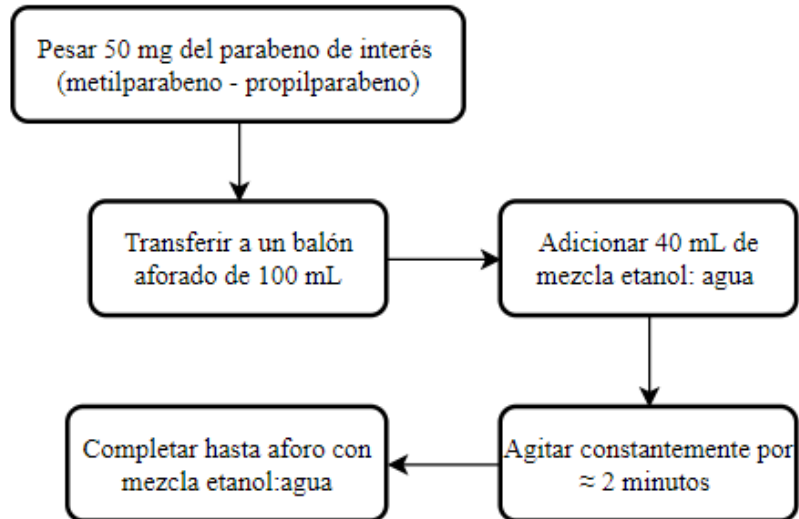
Equipo	Shimadzu SCL-10Avp
Columna	Premier C18-WP, 100*4,6mm 5µm
Fase Móvil	35% acetonitrilo – 65% Buffer fosfatos 0.01M pH 6
Elución	Isocrática
Velocidad de flujo	1.5 mL/min
Longitud de onda	257 nm
Vol. De inyección	40 µL
Tiempo de retención del metilparabeno	≈ 2.5
Tiempo de retención del propilparabeno	≈ 7.3

Elaboración propia. Información adaptada de Sánchez et. al (2022).

En el diseño experimental que se lleva a cabo para la elaboración de la curva de calibración en la determinación de concentración del propilparabeno y metilparabeno en productos de

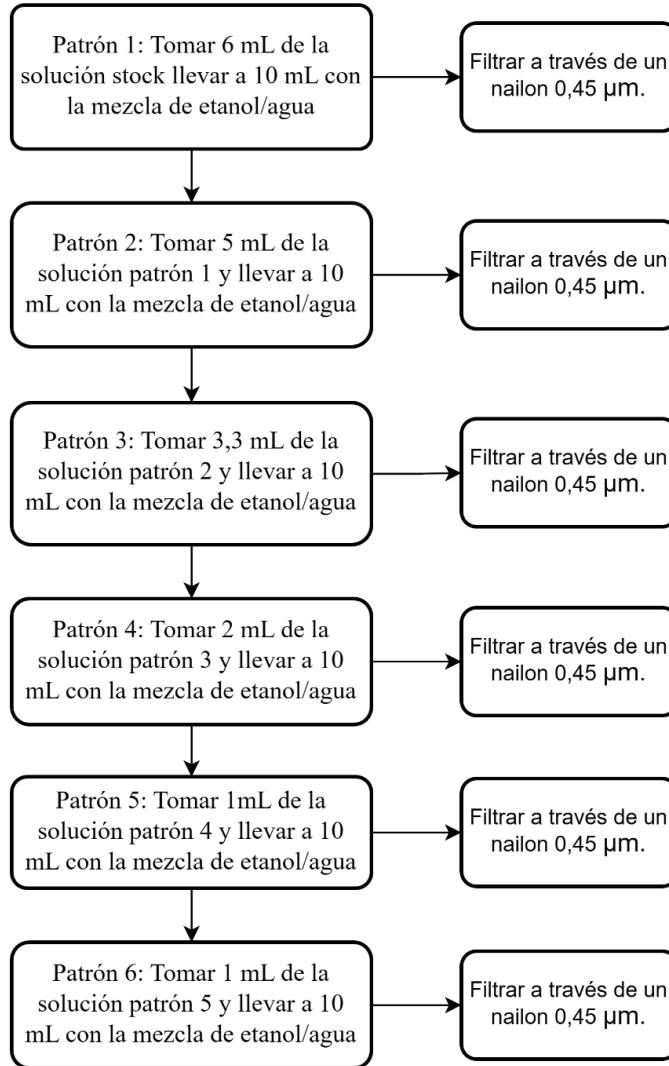
cuidado personal y cosméticos, la preparación de los patrones de la curva de calibración de cada uno de los analíticos, se debe preparar una solución stock con una concentración de 500 mg/L de metil parabeno y propil parabeno, como se observa a continuación:

Ilustración 21. Procedimiento preparación de soluciones stock.



Tomado y adaptado de Imamović, Šober y Bečić (2012).

Ilustración 22. Procedimiento curva de calibración.



Tomado y adaptado de Imamović, Šober y Bečić (2012).

Tabla 13. Cromatogramas de soluciones patrón.

1 mg/L	10 mg/L
<p><i>Ilustración 23. Cromatograma a 1ppm</i></p> <p><i>Fuente propia.</i> <i>Elaboración propia.</i></p>	<p><i>Ilustración 24. Cromatograma a 10 ppm.</i></p> <p><i>Fuente propia</i></p>

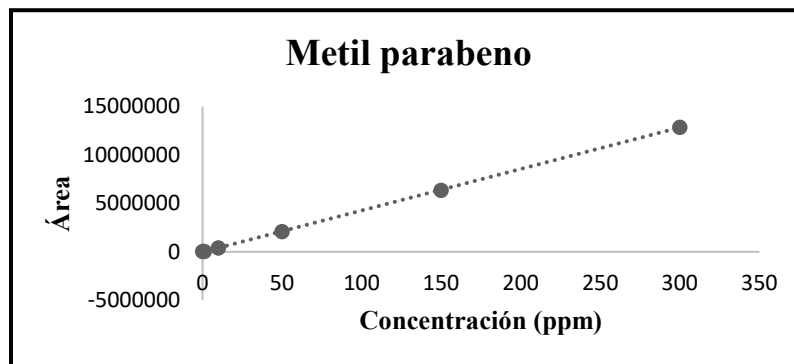
En la tabla 13, se observa el cromatograma de la solución patrón de 1 y 10 ppm de metil y propil parabeno, en donde se pueden observar los tiempos de retención y comprobar siguiendo el trabajo de Sánchez, et al., (2022), quienes establecen tiempos de retención similares, en el caso el metilparabeno a 2.5 minutos y del propilparabeno 7.4 minutos.

Tabla 14. Datos curva de calibración del metil parabeno y límites de cuantificación y detección.

Patrón	Concentración mg/L	Área de pico	LC	LD
1	300	12866386	0,02792	0,00837
2	150	6360973		
3	50	2073496		
4	10	396218		
5	1	50376		
6	0,1	27392		

Elaboración propia.

Ilustración 25. Curva de calibración del metil parabeno.



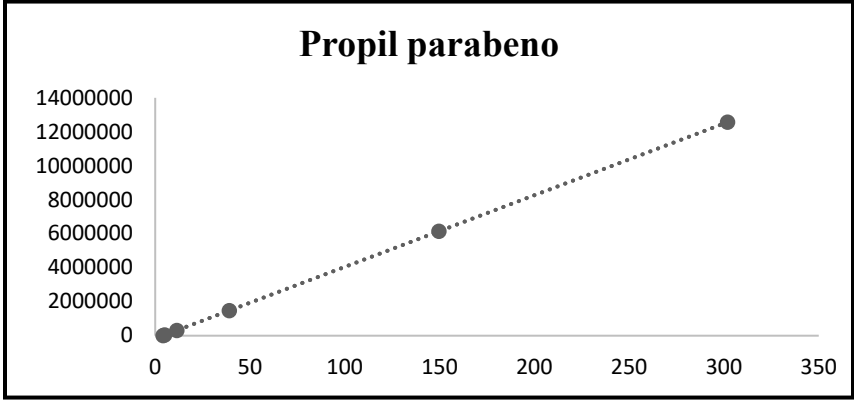
Elaboración propia.

Tabla 15. Datos curva de calibración del propilparabeno y límites de cuantificación y detección.

Patrón	Concentración mg/L	Área de pico	LC	LD
1	300	12566820	0,02836	0,00851
2	150	6143383		
3	50	1476538		
4	10	310754		
5	1	41426		
6	0,1	5056		

Elaboración propia.

Ilustración 26. Curva de calibración del propil parabeno.



Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Resultados y análisis implementación de la unidad didáctica

La estrategia didáctica fue aplicada a 15 estudiantes del grupo de Énfasis didáctico II, bioquímica del ejercicio de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes diligenciaron el respectivo consentimiento informado para hacer parte de la investigación. Esta población fue seleccionada debido a que son estudiantes del ciclo de profundización y que la mayoría maneja temas de métodos de análisis químico y de bioquímica, relevantes para el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta que se emplean temáticas como el modelo enzimático de Fisher y el método analítico HPLC.

Los resultados obtenidos en la investigación se presentan en las tres fases del modelo ABPr y del presente trabajo investigativo, fase inicial, fase de desarrollo y fase evaluativa.

4.2 Fase inicial

4.2.1 Actividad *de indagación sobre conocimientos previos.*

La implementación de la estrategia didáctica se inició con el reconocimiento de ideas previas con respecto a disruptores endocrinos y el aspecto más relevante en el momento de adquirir un producto cosmético y de cuidado personal. En esta actividad (*ver anexo 2*) se hace la identificación de algunos ingredientes que componen los productos de cuidado personal y cosméticos de uso diario de cada uno de los estudiantes, además la resolución de un cuestionario para conocer las ideas previas que se tenía sobre función endocrina y disruptores endocrinos.

Parte 1

Ilustración 27. Productos cosméticos y del cuidado personal.



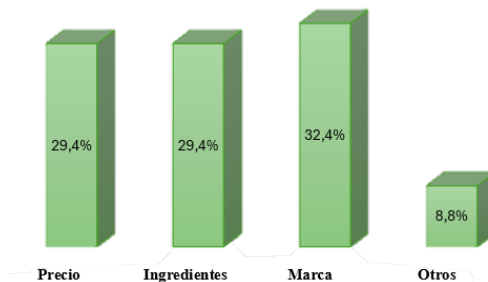
Elaboración propia.

Parte 2

La primera pregunta de esta actividad fue:

- *A la hora de comprar un producto de aseo personal como jabón corporal, jabón íntimo, shampoo, crema, bloqueador solar, entre otros. ¿Qué es lo que primero que usted tiene en cuenta para comprar el producto?*

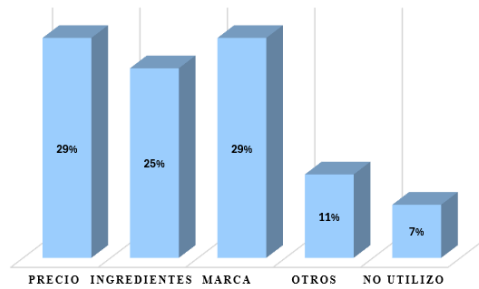
Ilustración 28. ¿Qué es lo que primero que usted tiene en cuenta para comprar el producto?



Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la ilustración 28, se evidencia que es importante potenciar el consumo responsable y seguro de productos que utilizamos a diario como cremas, jabones, cosméticos, entre otros. Es conocido que no existe una normativa exigente respecto a la presencia de químicos sintéticos que han sido relacionados con generar afecciones en el sistema endocrino

Ilustración 30. ¿Qué es lo primero que tiene en cuenta al adquirir un productos cosmético?



Elaboración propia.

En la ilustración 30 se evidencian los aspectos con mayor relevancia para los estudiantes al momento de adquirir un producto cosmético, de acuerdo con Solomon (2008), “la decisión de compra de los consumidores está influenciada por diversos factores del individuo, como el estado de ánimo, su acceso a la información, el entorno social y los atributos del producto, como la exclusividad de las marcas, el precio, la calidad y la sensación de seguridad que le generan, relacionada con las certificaciones de calidad que este posea”.

De esta afirmación se deduce que las decisiones que se tienen en cuenta al momento de adquirir algún producto cosmético varían, pero como se evidencia hay una fuerte relación con el precio del cosmético, ya que se ofrece una larga vida útil y la misma funcionalidad de un producto premium a un menor precio, esto debido a que muchos de los ingredientes pueden ser sintéticos que generan costo de fabricación menores, por lo que es importante al igual que en los productos de cuidado personal tener en cuenta los ingredientes que contienen estos productos, se debe hacer un hábito revisar las etiquetas y ser conscientes de lo que nos estamos aplicando.

La cuarta pregunta de esta actividad fue:

- ¿En caso de haber respondido ingredientes en la pregunta anterior, diga ¿cuáles y por qué?

Ilustración 31. Nube de palabras cuarta pregunta.



Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

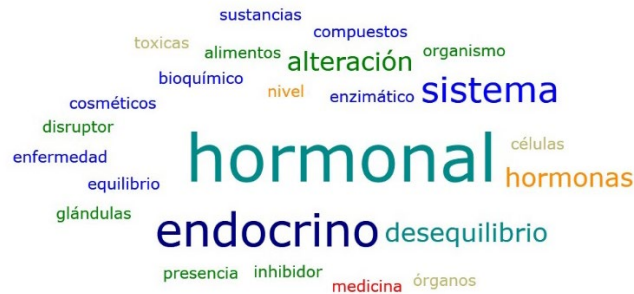
En la ilustración 31 se puede observar algunos conceptos importantes para los estudiantes cuando usan un producto cosmético, especialmente que no contengan sustancias como el plomo, el triclosán, además como lo expresa el estudiante 8 que prefiere ingredientes como “manteca de Karité, Cacao, ácido hialurónico y aloe vera, debido a sus propiedades hidratantes, suavizantes y protectoras en la piel”.

La quinta pregunta de esta actividad fue:

- *¿Ha escuchado el término disruptor endocrino? y ¿En qué procesos sabe o cree que pueden intervenir los disruptores endocrinos?*

En este apartado se puede apreciar que el 69% de los estudiantes nunca habían escuchado el término de disruptor endocrino, mientras que el 31% restante mencionan haberlo escuchado, sin embargo, tienen poco conocimiento al respecto, a pesar de que los estudiantes aseguran tener pocas ideas previas sobre los disruptores endocrinos los relacionan con “la alteración en los órganos”, con “alimentos que contengan disruptores endocrinos” y con “algo hormonal que puede ser encontrado en los productos de cuidado personal generando alguna enfermedad”.

Ilustración 32. Nube de palabras quinta pregunta.



Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

Como se puede observar en la nube de palabras, creada con las respuestas de 15 estudiantes, existe la creencia que los disruptores endocrinos pueden intervenir en el equilibrio hormonal y actuar como bloqueadores o inhibidores enzimáticos en procesos bioquímicos, generando desequilibrios en el organismo.

La sexta pregunta de esta actividad fue:

- *¿De los productos que eligió en la actividad de reconocimiento en alguno pudo identificar la presencia de sustancias como ftalatos, parabenos, bisfenol A, triclosán y benzofenonas?*

Se determinó que, dentro de los productos de uso diario evidenciados mediante fotos, prevalecen para los estudiantes, aquellas sustancias disruptoras como las benzofenonas en un 41%, seguidas de los parabenos en un 36%, el triclosán en un 18% y el bisfenol A en un 5%.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la actividad de indagación de conocimientos previos, se encuentra un desconocimiento generalizado de los estudiantes sobre los disruptores endocrinos, lo cual constituye una brecha investigativa poco estudiada en el campo de la educación en Química, dando un punto de partida a la intervención hacia la explicación y construcción de argumentos sobre la manera en que los disruptores endocrinos actúan en los ovarios y cómo pueden llegar a afectar la salud reproductiva.

Además, este estudio permite conocer los intereses de los jóvenes a la hora de comprar algún producto cosmético o de cuidado personal para su posterior uso, abriendo espacios de reflexión, hacia la relación costo-beneficio entre estos productos, su precio y los ingredientes que contienen, permitiendo debates sociales de cuestiones socio científicas. De acuerdo con Kolstø y Ratcliffe (2008) *“la ciencia en las cuestiones socio científicas está implicada en un debate social, en muchos casos en la toma de decisiones, bien personales, bien políticas por ejemplo sobre cuestiones ambientales o relacionadas con la salud”*, las cuales permiten el desarrollo de la habilidad argumentativa y siguiendo a Jimenez Aleixandre (2010) *“la argumentación en cuestiones socio científicas contribuye al pensamiento crítico y a aprender sobre ciencia”*.

4.2.2 Actividad diagnóstica – *Habilidad argumentativa*

Parte 1: Test de Halpern

Con el fin de responder al primer objetivo específico y caracterizar la habilidad argumentativa de los estudiantes frente a la presencia de disruptores endocrinos en productos cosméticos y de cuidado personal, se implementó el test de Halpern de la situación 11 a la 15 (*Ver anexo 1*), correspondientes a la habilidad argumentativa la cual se enfoca, en que los estudiantes sean conscientes de su capacidad de proporcionar razones que apoyen un argumento y de reconocer las diferencias entre las conclusiones y los supuestos (Halpern, 2007).

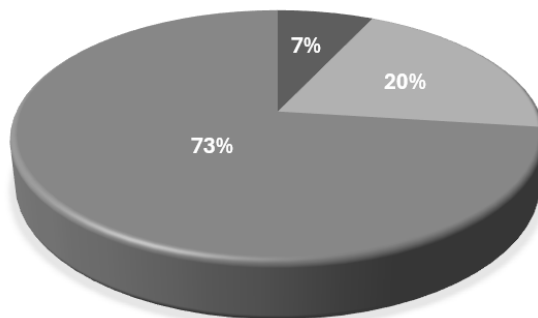
Tabla 16. *Resultados Test de Halpern.*

		SITUACIÓN														
		11			12			13		14			15			Total
		P1A	P1B	P2	P1A	P1B	P2	P1	P2	P1A	P1B	P2	P1A	P1B	P2	
E1	1	1	1	1	1	5	1	5	0	0	0	1	1	7	25	

E2	0	0	0	1	1	5	1	3	0	0	1	1	0	6	19
E3	0	0	0	1	1	3	1	5	0	1	1	1	1	6	21
E4	0	0	0	1	1	4	1	3	0	0	0	1	1	4	16
E5	1	0	0	1	1	5	0	3	0	1	0	0	0	3	15
E6	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5
E7	0	0	0	1	1	5	1	3	0	1	1	0	1	3	17
E8	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	1	0	0	3	11
E9	0	0	0	1	1	5	1	3	0	0	1	0	0	3	15
E10	0	0	1	1	1	5	0	3	1	0	0	0	0	1	13
E11	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	5
E12	0	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	0	0	3	10
E13	0	0	0	1	1	5	0	4	0	1	1	0	0	5	18
E14	1	1	1	1	1	2	1	2	0	0	1	1	0	3	15
E15	1	1	1	0	0	5	0	3	1	0	1	0	0	2	15

Elaboración propia.

Ilustración 33. Resultados Test de Halpern.



Elaboración propia.

En la tabla 16, se presenta la rúbrica planteada para la interpretación de los resultados obtenidos en el Test de Halpern que permiten una caracterización o determinación cualitativa de la habilidad argumentativa de los estudiantes, con base en esta en la ilustración 33, se constatan los resultados obtenidos donde de los 15 estudiantes, el 20% presenta dificultades para reconocer elementos como falacias, enunciados y pruebas, el 73 % en la mayoría de casos los reconoce sin embargo sus argumentos no siempre se construye en base a pruebas específicas y el 7% construye sus argumentos en base a pruebas fundamentadas, así como reconoce tanto falacias, enunciados y pruebas en las diferentes situaciones adaptadas del test

Con base en esto, cobra sentido lo planteado por Molina (2012) quien sostiene que “aunque la argumentación y el debate son comunes y centrales en la ciencia, todavía están ausentes en las prácticas del aula”, por lo que es evidente la necesidad de implementar al currículo,

procesos de argumentación guiados hacia la construcción y aplicación de un argumento a las diferentes situaciones que se presentan en el contexto diario.

4.2.3 *Actividad disruptores endocrinos*

El primer momento consistió en una intervención en el salón de clase por parte de las investigadoras, teniendo como temática central los disruptores endocrinos presentes en los productos de uso diario, sus mecanismos de acción y su relación con dos procesos fundamentales para el ciclo menstrual llevados a cabo en el ovario como la foliculogénesis y la esteroidogénesis. Además, se proyectó un video de elaboración propia explicando el proceso de esteroidogénesis, con qué otro proceso está relacionado, sus objetivos, el tipo de células en las que sucede y dónde se encuentran, las enzimas que permiten que se dé este proceso y la transformación de colesterol en estradiol, adicional se hizo entrega de una infografía explicando las fases de la foliculogénesis, para así apoyar lo trabajado en la intervención.

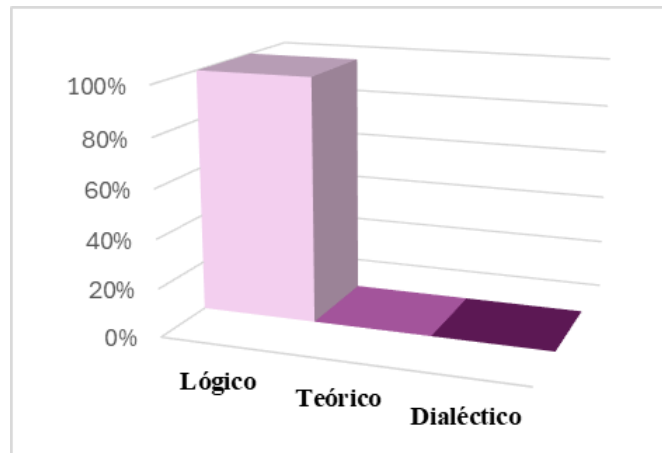
Luego de la intervención, se aplicó una prueba diagnóstica (*Ver anexo 4*) en la que se presentó a los estudiantes una situación problema sobre el consumo entre la década de los 40 y 70 del dietilestilbrestol (DES) en mujeres en estado de embarazo, utilizado para prevenir abortos, partos prematuros y complicaciones durante la etapa de gestación (NIH, 2021). Además, en una segunda parte de la prueba se les brindó tres enunciados sobre sustancias disruptoras endocrinas presentes en productos de cuidado personal y cosméticos, con el fin de que los estudiantes construyeran argumentos, para poder identificar y categorizar el nivel argumentativo en el que se encontraban inicialmente.

Tabla 17. Resultados Actividad disruptores endocrinos.

	Total	Lógico	Teórico	Dialéctico
E1	10	X		
E2	11	X		
E3	10	X		
E4	11	X		
E5	4	X		
E6	13	X		
E7	11	X		
E8	11	X		
E9	10	X		
E10	8	X		
E11	12	X		
E12	8	X		
E13	11	X		
E14	13	X		
E15	9	X		

Elaboración propia.

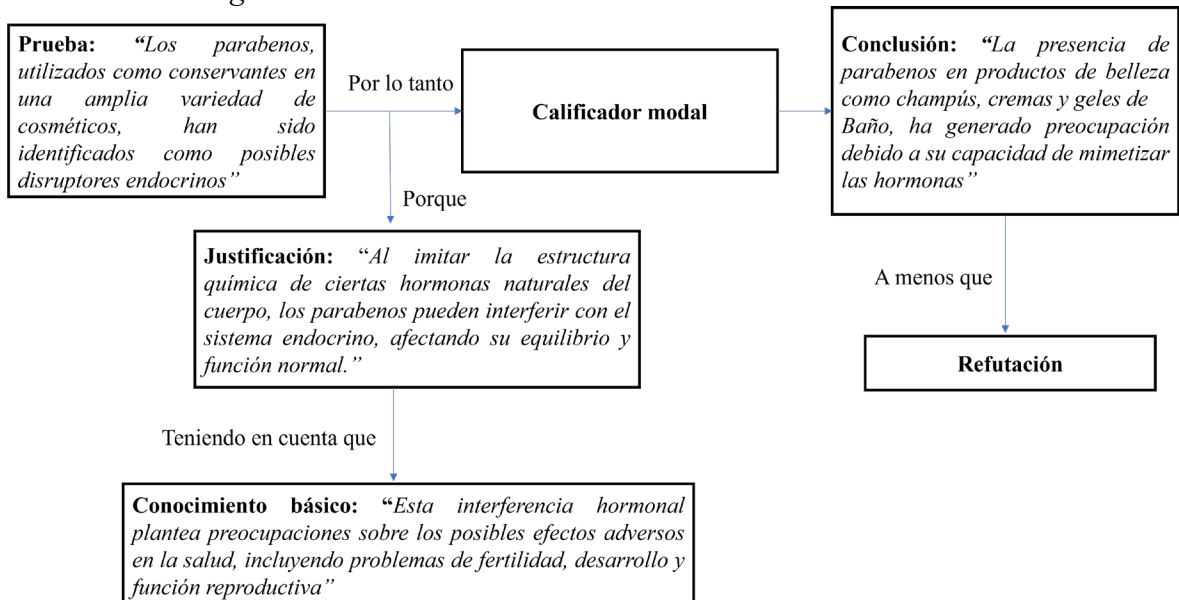
Ilustración 34. Resultados Actividad disruptores endocrinos.



Elaboración propia.

A continuación, se citarán algunas respuestas aleatorias de los estudiantes y la evidencia de cada uno de los elementos esenciales y auxiliares que componen un argumento según Jimenez-Aleixandre.

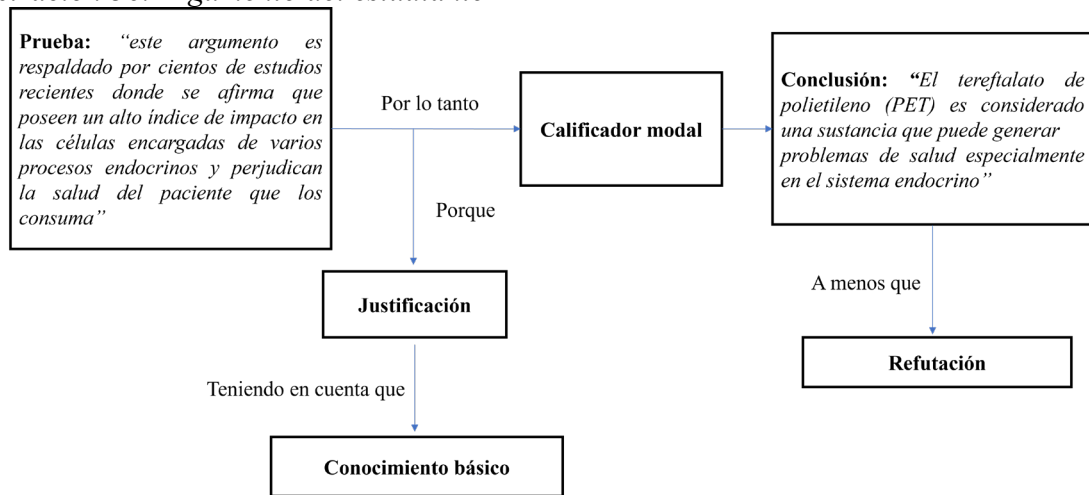
Ilustración 35. Argumento del estudiante 3



Elaboración propia.

Como se observa, el estudiante 3 en la estructura de su argumento presenta los elementos esenciales propuestos por Jimenez-Aleixandre los cuales son conclusión, prueba y justificación, apoya su justificación con la siguiente frase: “*los parabenos pueden interferir con el sistema endocrino al imitar la estructura química de ciertas hormonas naturales del cuerpo*”; el modelo teórico se soporta en oraciones como: “*esta interferencia hormonal plantea preocupaciones sobre los posibles efectos adversos en la salud, incluyendo problemas de fertilidad, desarrollo y función reproductiva*” proporcionando un conocimiento básico a su argumento y, por tanto, brindando calidad. Sin embargo, este respaldo teórico es superficial por lo que puede traducirse en que hay problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues como lo expresan Biggs y Tang (2007) para lograr un aprendizaje profundo es necesario dar significado a una nueva información.

Ilustración 36. Argumento del estudiante 12



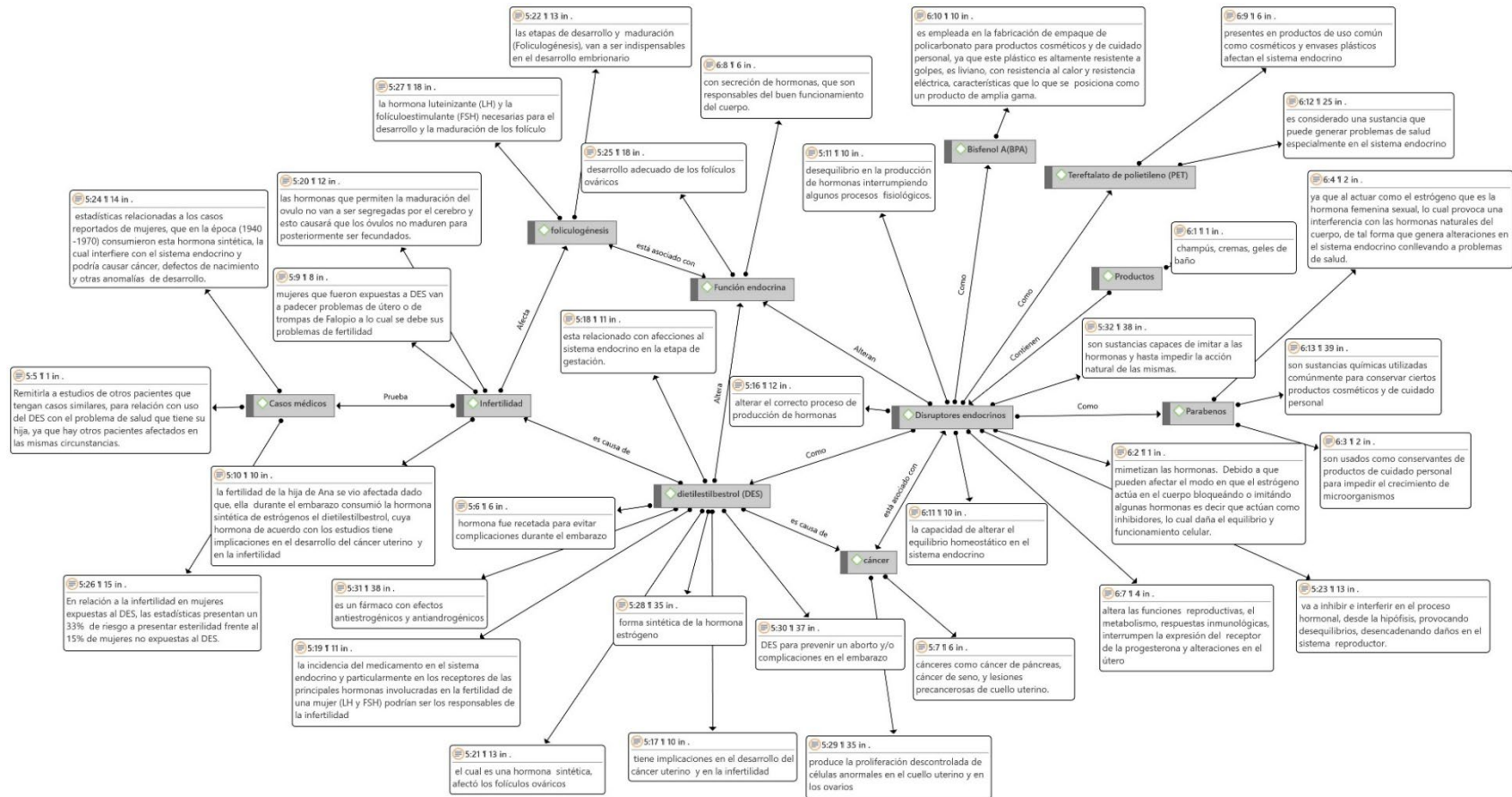
Elaboración propia.

Como se aprecia con el estudiante 12, la estructura de su argumento presenta problemas ya que no logra distinguir los elementos esenciales, es decir la conclusión, la prueba y la justificación. Si bien el estudiante formula su conclusión, es decir la idea que va a desarrollar o defender en su argumento “El tereftalato de polietileno (PET) es considerado una sustancia que puede generar problemas de salud especialmente en el sistema endocrino” y se apoya de algunos estudios que afirman que “el PET posee un alto índice de impacto en las células encargadas de varios procesos endocrinos y perjudican la salud del paciente que los consuma” no hace una relación directa de esta prueba con la conclusión.

Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

Teniendo en cuenta la nube de palabras construida a través del software de análisis de datos Atlas ti, se encuentra que los estudiantes tienen un buen manejo del tema abordado en la intervención. Se observa el uso más frecuente de conceptos como “*hormonas*”, “*endocrino*”, “*conservante*”, “*mimetizan*”, “*estrógenos*”, “*parabenos*”, “*andrógenos*”, “*receptores*”, “*shampoo*”, “*geles*”, entre otros, conceptos que están directamente relacionados con la presencia de disruptores endocrinos en cosméticos y productos de cuidado personal como geles, shampoo, cremas, y su incidencia o actuar en la función endocrina, o más específicamente en los procesos de foliculogénesis y esteroidogénesis ovárica.

Ilustración 39. Red de palabras actividad disruptores endocrinos.



Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

Como se relaciona en la ilustración 39, se demuestra el logro en la identificación de algunas sustancias químicas como parabenos, BPA, PET y DES, y algunos de sus mecanismos de acción que afectan el correcto funcionamiento endocrino, como la mimetización y antagonismo de hormonas, bloqueo de receptores, entre otros, las etapas de maduración de los folículos, así como el proceso de síntesis y transformación de colesterol a estradiol.

Una de las relaciones que sobresalen en la red, fue presentada por el estudiante 1, cuando conecta los disruptores endocrinos con parabenos: *“ya que al actuar como el estrógeno que es la hormona femenina sexual, lo cual provoca una interferencia con las hormonas naturales del cuerpo, de tal forma que genere alteraciones en el sistema endocrino conllevando a problemas de salud”*, o en el caso del estudiante 9 quien relaciona a los disruptores endocrinos con *“mimetizan las hormonas. Debido a que pueden afectar el modo en que el estrógeno actúa en el cuerpo bloqueándolo o imitando algunas hormonas, es decir que actúan como inhibidores lo cual daña el equilibrio y funcionamiento celular”*, estos resultados indican que los estudiantes están aprendiendo el tema abordado, lo que lleva a consolidar bases teóricas que siguiendo a Buty y Plantin (2008) son necesarias para argumentar autónomamente, y así dar sentido, al objetivo principal del ABPr el cual es la creación del producto como proyecto final.

Con respecto al proceso de argumentación, se observan algunos problemas que siguiendo a Travieso y Hernández (2017) los cuales plantean que *“ los estudiantes universitarios cada vez les resulta más difícil explicar un hecho o un fenómeno expresando sus ideas correctamente, de forma directa o precisa, además que utilizan estrategias o acciones aprendidas de memoria para resolver problemas, a veces, complejos, lo que no funciona, lógicamente, en el caso del análisis teórico de una situación dada, donde tiene que llegar a una solución de forma creativa e independiente”*, esto inminentemente permite establecer que se es necesario la explicación y construcción de cada uno de los elementos que forman un argumento y le dan calidad, en aras de verdaderamente potenciar el desarrollo de la habilidad argumentativa.

4.3 Fase de desarrollo

4.3.1 Actividad de mecanismos de acción

La segunda sesión se desarrolló en tres momentos: el primer momento consistió en la retroalimentación del video de elaboración propia, sobre los elementos de un argumento según Jiménez – Aleixandre (*Ver anexo 5*). Posteriormente se realizó la explicación de las vías de absorción en la piel y el posible mecanismo de acción enzimático de algunos disruptores endocrinos: el Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) y su metabolito Mono(2-etilhexil) ftalato (MEHP) y el propilparabeno desde un docking molecular. Finalmente, se les proporcionó a los estudiantes una actividad (*Ver anexo 8*) en la que debían representar el mecanismo de acción de uno de los disruptores endocrinos trabajados mediante el modelo enzimático de Fisher, el cuál fue enviado a cada uno de los estudiantes de forma aleatoria.

Ilustración 40. Actividad mecanismos de acción y modelización.



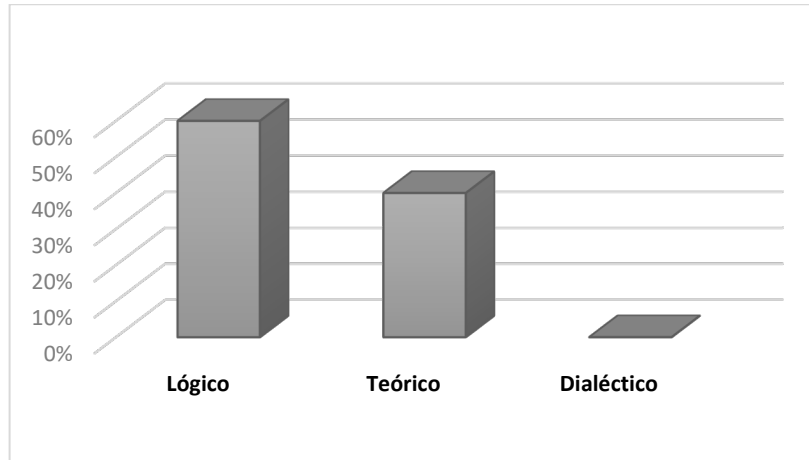
Elaboración propia.

Tabla 18. Resultados Actividad mecanismos de acción.

	Total	Lógico	Teórico	Dialéctico
E1	8		X	
E2	6	X		
E3	4	X		
E4	8		X	
E5	5	X		
E6	5	X		
E7	8		X	
E8	8		X	
E9	8		X	
E10	6	X		
E11	6	X		
E12	8		X	
E13	6	X		
E14	6	X		
E15	7	X		

Elaboración propia.

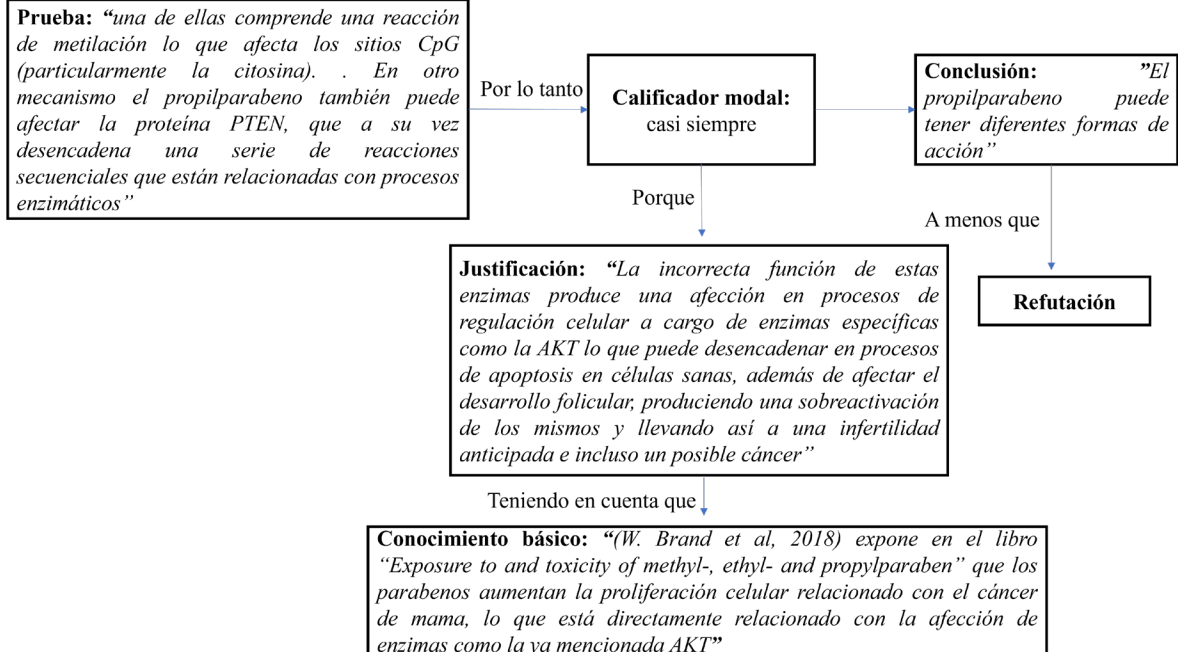
Ilustración 41. Resultados actividad disruptores endocrinos



Elaboración propia.

A continuación, se citarán algunas respuestas aleatorias de los estudiantes y la evidencia de cada uno de los elementos esenciales y auxiliares que componen un argumento desde Jimenez-Aleixandre.

Ilustración 42. Argumento estudiante 4

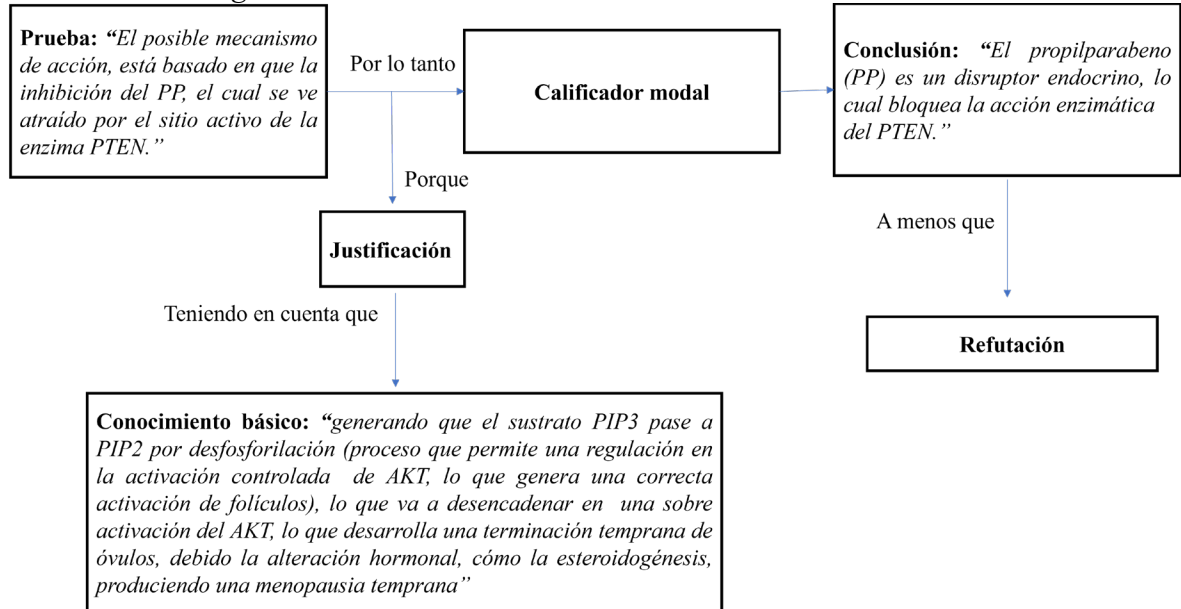


Elaboración propia.

El estudiante 4 presenta en su argumento la estructura básica conformada por la conclusión, la prueba y la justificación, evidenciándose un manejo adecuado de la temática ya que para la elaboración de su argumento tiene en cuenta los dos mecanismos de acción del propilparabeno. Además, hace uso de dos elementos auxiliares con el fin de brindar calidad

a su argumento los cuales son el conocimiento básico, que refuerza la justificación planteada y un calificador modal, que expresa el grado de certeza del argumento.

Ilustración 43. Argumento estudiante 6

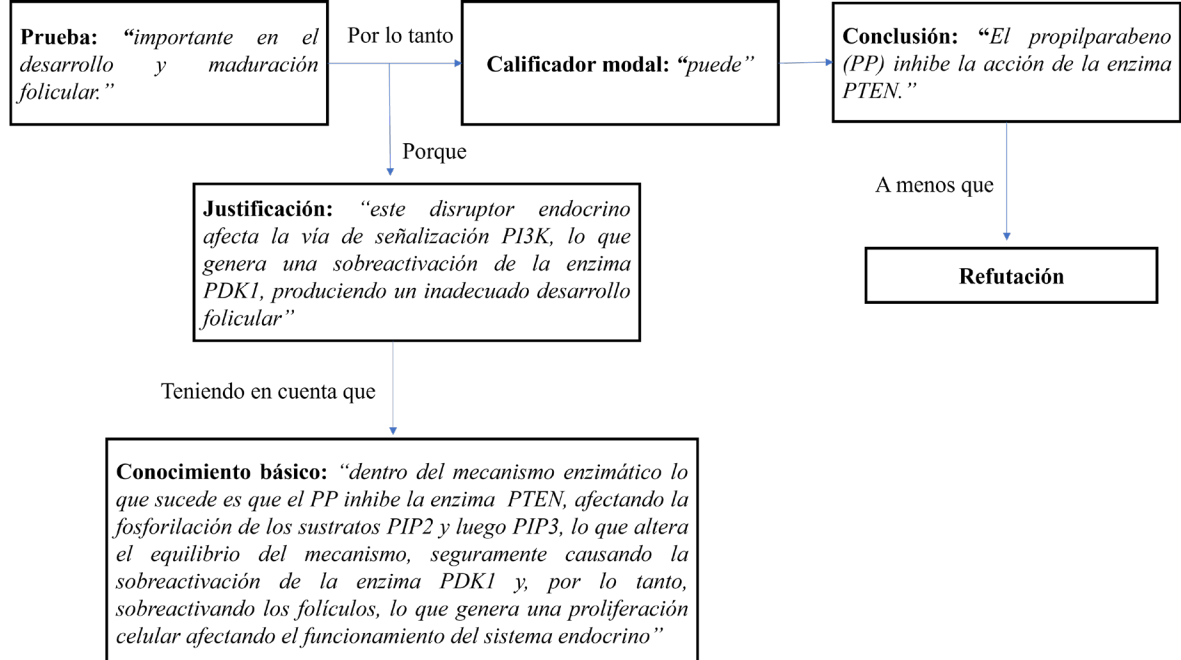


Elaboración propia

Por su parte, el estudiante 6 demuestra dificultad al utilizar los elementos esenciales en la construcción de su argumento y a pesar de que plantea una conclusión y una prueba, se evidencia un inadecuado manejo de la temática trabajada, debido a que se presentan confusiones al afirmar que “El posible mecanismo de acción, está basado en que la inhibición del PP, el cual se ve atraído por el sitio activo de la enzima PTEN” y “...desarrolla una terminación temprana de óvulos, debido la alteración hormonal, cómo la esteroidogénesis, produciendo una menopausia temprana”.

Los cuales pueden deberse a falta de concentración o dificultad en la comprensión de un nuevo conocimiento, tal como lo mencionan Ruano, Socas y Palarea (2003) “los errores aparecen en los estudiantes, sobre todo cuando se enfrentan a conocimientos novedoso que los obligan a hacer una revisión o reestructuración de sus conocimientos previos” en este sentido las confusiones en los estudiantes surgen cuando intentan sin éxito adaptar un nuevo conocimiento a una situación planteada y no siempre se encuentran relacionados con un desinterés hacia la clase o distracciones.

Ilustración 44. Argumento estudiante 7



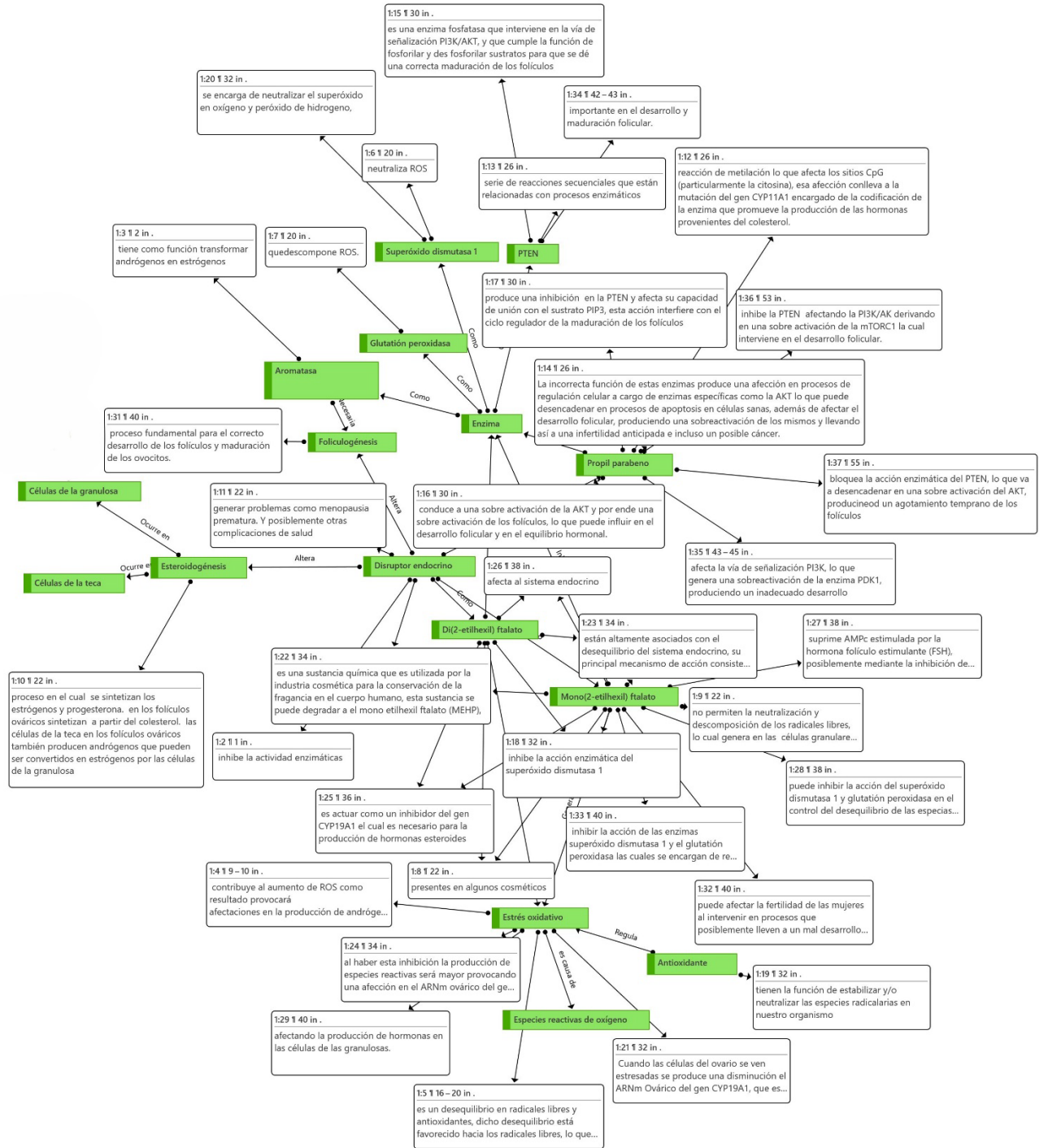
Elaboración propia.

En la estructura del argumento del estudiante 7 se evidencia el uso de los elementos esenciales y una adecuada relación entre la conclusión o enunciado que se pretender probar y la prueba planteada, además el estudiante presenta de manera clara y certera, uno de los mecanismos de acción del propilparabeno reflejando un manejo adecuado del conocimiento adquirido, adicionalmente se observa el uso de un conocimiento básico y un calificador modal que le proporciona calidad al argumento.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y expresados en la tabla 18, de los 15 estudiantes 10 se encuentran en el nivel lógico, donde se evidencian dificultades al establecer la relación entre la conclusión y la prueba, ya que en la mayoría de los casos los estudiantes al elaborar un argumento presentan pruebas que se encuentran desconectadas entre ellas. Este aspecto impide establecer una clara línea argumentativa, esto puede deberse a su vez al nivel de complejidad que se requiere al momento de plantear una justificación en donde las pruebas presentadas deben ser pertinentes y relevantes para dar sentido al argumento, que siguiendo a Sardà y Sanmartí (2000) quienes establecen que la relación entre las conclusiones y las pruebas *“es el aspecto más complejo, porque es necesario encontrar las razones más relevantes entre todos los conocimientos que se tienen, poderlos justificar, y que permitan convencer a los otros de manera que les resulte coherente con el conocimiento que tienen”*.

Por otra parte, en términos de elementos auxiliares que buscan proporcionar calidad al argumento y que se encuentran categorizados en los niveles teórico y dialectico, se encuentra que 5 de los 15 estudiantes se ubican en el nivel teórico, donde en la estructura de su argumento presentan los elementos esenciales, un conocimiento básico y adicional hacen

Ilustración 46. Red conceptual actividad mecanismos de acción



Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

De acuerdo con la ilustración 46, se observa un manejo adecuado de la temática abordada, debido a que la mayoría de estudiantes logran dar explicación a los mecanismos de acción enzimática del MEHP, DEHP y Propilparabeno de manera efectiva, como es el caso del estudiante 10 al mencionar que “...*el principal mecanismo de acción del Mono(2-etilhexil) ftalato, consiste en inhibir la acción de las enzimas superóxido dismutasa 1 y el glutatión peroxidasa las cuales se encargan de regular y estabilizar las especies reactivas de oxígeno evitando la neutralización y descomposición de radicales libres disminuyendo así el ARNm ovárico, lo que posiblemente afecta al gen CYP19A1 que interviene en la producción de hormonas en las células de la granulosa, específicamente en, generando y dando paso a una menopausia prematura*” demostrando un correcto manejo del conocimiento y de la temática lo que le permitirá posteriormente el desarrollo del proyecto propuesto tal como lo plantea Sánchez (2021) quien establece que el “*aprendizaje basado en proyectos es una metodología muy útil, siendo su principal objetivo que los alumnos aumenten sus conocimientos sobre un tema específico y habilidades en una disciplina, alcanzando un nivel de habilidad elevado*”.

Estos resultados permiten corroborar una progresión en la habilidad argumentativa de la mayoría de los estudiantes, junto con la comprensión y el manejo de los conceptos disciplinares. De acuerdo con García, Ruiz y Mazuera (2018), la argumentación en el aula permite propiciar el entendimiento de los conceptos científicos, promoviendo al mismo tiempo la comprensión de la racionalidad propia del saber científico y motivando la toma de posturas reflexivas sobre temas específicos de interés individual y colectivo.

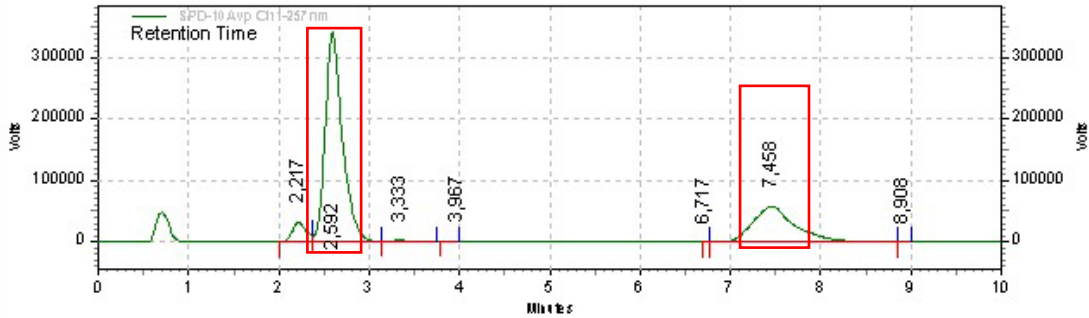
4.3.2 Practica de laboratorio HPLC.

Parte 1

La práctica de laboratorio se dividió en dos partes, la primera consistió en la preparación de las muestras (*Ver anexo 9*): dos grupos trabajaron con bloqueador solar, otros dos grupos estudiaron la crema facial y los últimos dos examinaron contorno e iluminador para el rostro, con el fin de identificar y determinar la concentración del metil parabeno y propil parabenos, las sustancias más utilizadas en estos productos. La segunda parte consistió en una monitoría sobre los procedimientos a realizar en la creación del producto libre de estos dos conservantes sintéticos.

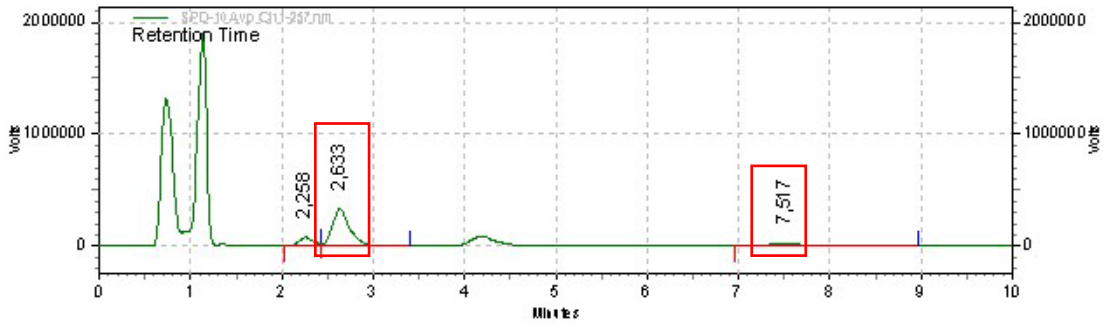
En el análisis realizado por medio de la técnica HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) a la crema, contorno y bloqueador solar, se obtuvieron los siguientes cromatogramas. En la ilustración 47, se observa el cromatograma de la muestra tratada para evidenciar la absorbancia del metilparabeno en el tiempo de retención 2,592 min y del propilparabeno a 7,458 min, en la ilustración 37 se evidencia el cromatograma de la muestra en donde el tiempo de retención del metilparabeno es 2,66 min y del propilparabeno 7,517 min, por último, en la ilustración 38 el tiempo de retención del metilparabeno es 2,608 min y 7,492 min del propilparabeno en la muestra tratada.

Ilustración 47. Cromatograma de la crema facial comercial.



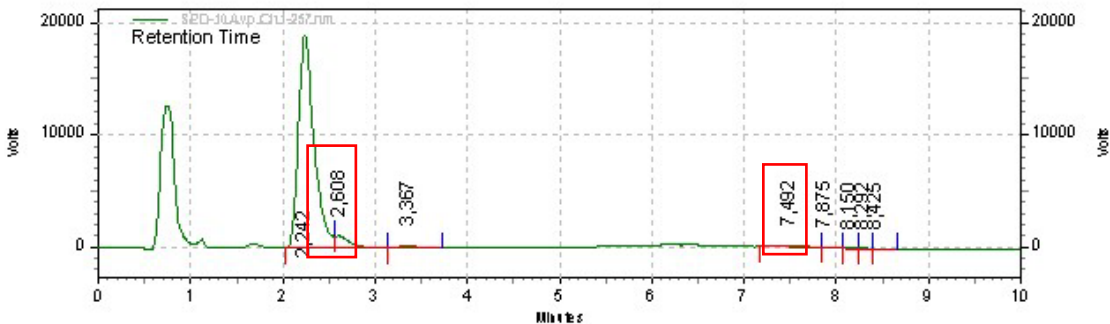
Fuente propia. Correspondiente al grupo 5.

Ilustración 48. Cromatograma del bloqueador solar comercial.



Fuente propia. Correspondiente al grupo 3.

Ilustración 49. Cromatograma del contorno e iluminador facial comercial.



Fuente propia. Correspondiente al grupo 1.

Los tiempos de retención obtenidos en el análisis coinciden con el trabajo realizado por Sánchez et al. (2022), quienes identifican la presencia de seis parabenos en productos de cuidado personal mediante HPLC, para el metilparabeno el tiempo de retención es aproximadamente 2.5 y para el propilparabeno 7.4, teniendo en cuenta los valores obtenidos en el análisis el tiempo de retención del metil parabeno en la crema facial, el bloqueador solar y el contorno e iluminador se encuentra entre 2.5 y 2.6, así mismo el tiempo de retención del

propil parabeno se encuentra entre 7.4 y 7.5, lo que puede indicar que el tratamiento de las muestras y las condiciones cromatográficas empleadas en el análisis son acordes con la teoría.

En la tabla 19, se expresan los resultados obtenidos por cada grupo en el proceso de determinación de la concentración del metil y propil parabeno en la crema, bloqueador y contorno, además contiene los resultados de las investigadoras (Grupo 7) en la determinación de presencia y concentración de los dos analitos mencionados en cada una de las muestras analizadas.

Tabla 19. Concentración de metil y propilparabeno en muestras analizadas.

	CONTORNO		BLOQUEADOR SOLAR		CREMA FACIAL	
	Metilparabeno (g/Kg)	Propilparabeno (g/Kg)	Metilparabeno (g/Kg)	Propilparabeno (g/Kg)	Metilparabeno (g/Kg)	Propilparabeno (g/Kg)
G 1	0,0617	0,2221				
G 2	0,0420	0,2202				
G 3			5,5021	1,0698		
G 4			6,1791	1,3213		
G 5					6,5697	2,9665
G 6					5,6729	2,6147
G 7	0,0767	0,2384	7,0330	1,3177	6,3652	2,9817

Elaboración propia.

La concentración máxima permitida de metilparabeno en un producto cosmético o del cuidado personal es 4 g por Kg del producto y de propilparabeno es 1,9 g/Kg (CE, 2010). De acuerdo con la tabla 19, se observa que la concentración del metil y propilparabeno en el contorno e iluminador facial no excede el límite permitido según la legislación UE y regida por el INVIMA en Colombia de cada uno de los parabenos en el producto analizado. Contrario a lo obtenido con el bloqueador solar, ya que el metil parabeno excede el límite máximo permitido en el producto y en el caso de la crema facial antiarrugas que no cumple con la normativa, al tener una concentración de metilparabeno mayor a 4 g/Kg y de propil parabeno mayor a 1,9 g/Kg.

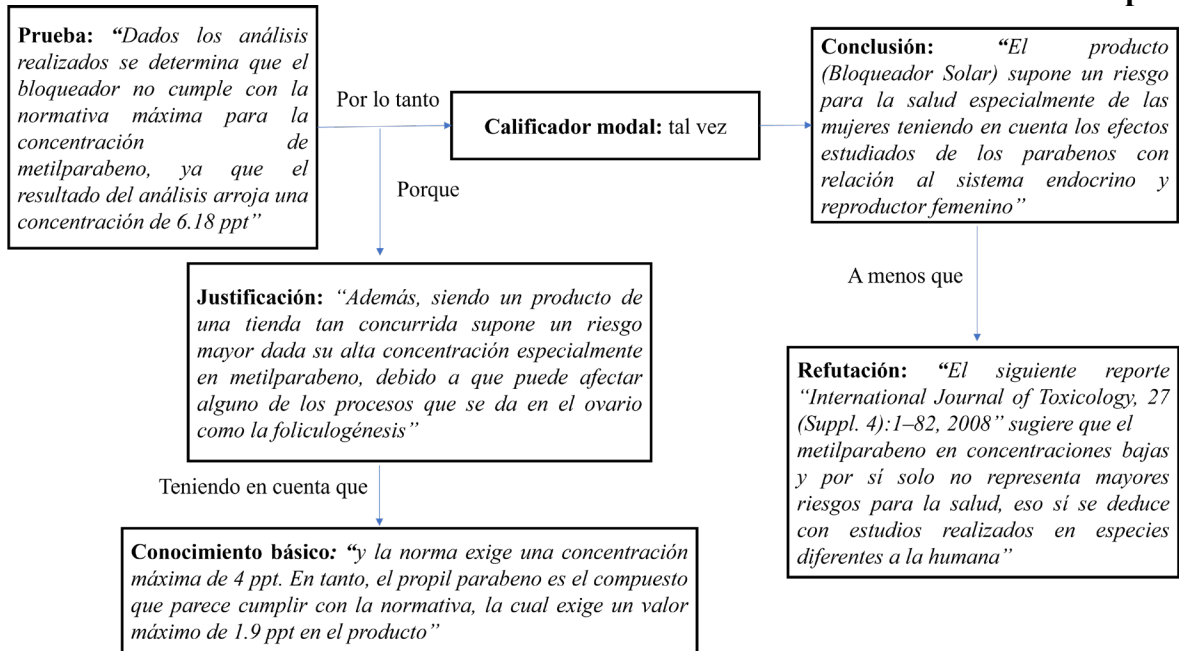
Esto representa graves riesgos en los consumidores, debido a que la exposición de parabenos se ha relacionado con trastornos de las hormonas reproductivas y manifestaciones anti androgénicas (Malakootian y et al., 2022), produciendo efectos nocivos sobre la función endocrina.

Con el fin de determinar si las concentraciones presentes en estos productos cumplen o no con la normativa vigente, se realizó un análisis cromatográfico a través de HPLC bajo las mismas condiciones cromatográficas empleadas en la elaboración de la curva de calibración, en donde a continuación, se citarán algunas respuestas aleatorias de los estudiantes y la evidencia de cada uno de los elementos esenciales y auxiliares que componen su argumento desde Jimenez-Aleixandre, lo escrito con color negro representa la conclusión, con color

verde la prueba, con amarillo la justificación, con café el conocimiento básico, con azul los calificadores modales y con rojo la refutación.

Ilustración 50. Argumento grupo 4

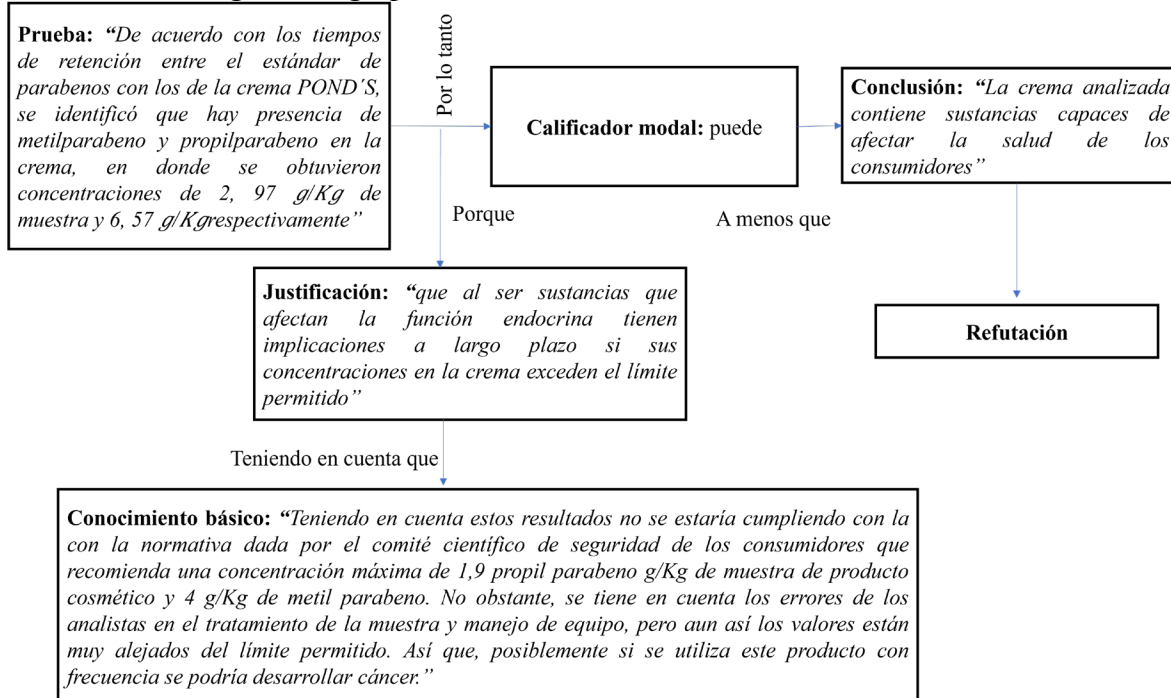
Grupo 4



Elaboración propia.

En la estructura del argumento del grupo 4 se evidencian los tres elementos esenciales que lo conforman y los tres elementos auxiliares, que son conocimiento básico, calificador modal y refutación, en este caso el estudiante da como refutación o contraargumento “El siguiente reporte “International Journal of Toxicology, 27 (Suppl. 4):1–82, 2008” sugiere que el metilparabeno en concentraciones bajas y por sí solo no representa mayores riesgos para la salud, eso sí se deduce con estudios realizados en especies diferentes a la humana”, esto le brinda calidad a su argumento, ya que considera las excepciones en donde los parabenos no signifiquen un riesgo para la salud y, por tanto, no afecten el sistema endocrino y reproductor femenino.

Ilustración 51. Argumento grupo 5



Elaboración propia.

Se presentan los elementos esenciales de un argumento según el modelo argumentativo de Jiménez-Aleixandre conclusión, prueba y justificación, adicional se utilizan conocimientos básicos y calificadores modales, dos de los tres elementos esenciales que tienen por objetivo dar calidad al argumento e idea que se está desarrollando, también se puede observar que el grupo trata de tener en consideración las excepciones o situaciones donde las sustancias presentes en la crema no afecten la salud de los consumidores, como por ejemplo bajas concentraciones de parabenos en el producto, sin embargo se van más hacia la justificación de posibles errores cometidos durante de la práctica de laboratorio que expliquen el por qué la sustancia no sigue la norma, y no establecen una refutación a su conclusión.

Tabla 20. Resultados Informe práctica de laboratorio HPLC.

		TOTAL	LÓGICO	TEÓRICO	DIALÉCTICO
G1	E6	7	X		
	E15	7	X		
G2	E2	8		X	
	E3	8		X	
	E12	8		X	
G3	E1	8		X	
	E11	8		X	
	E13	8		X	

G4	E4	9			X
	E8	9			X
	E10	9			X
G5	E7	8		X	
	E9	8		X	
	E14	8		X	
G6	E5	6	X		

Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados que se muestran en la tabla 20, de los 15 estudiantes el 20% se encuentra en un nivel lógico, el 60% en un nivel teórico y el 20% en un nivel dialéctico, se evidencia un progreso en el desarrollo de argumentos con calidad que siguiendo a Jiménez-Aleixandre (2010), es relevante para la construcción del conocimiento científico, ya que está relacionada con la toma de decisiones ejerciendo el pensamiento crítico y por tanto con la formación ciudadana.

Ilustración 52. Nube de palabras de determinación de concentración de metil y propilparabeno en cosméticos y productos del cuidado personal.

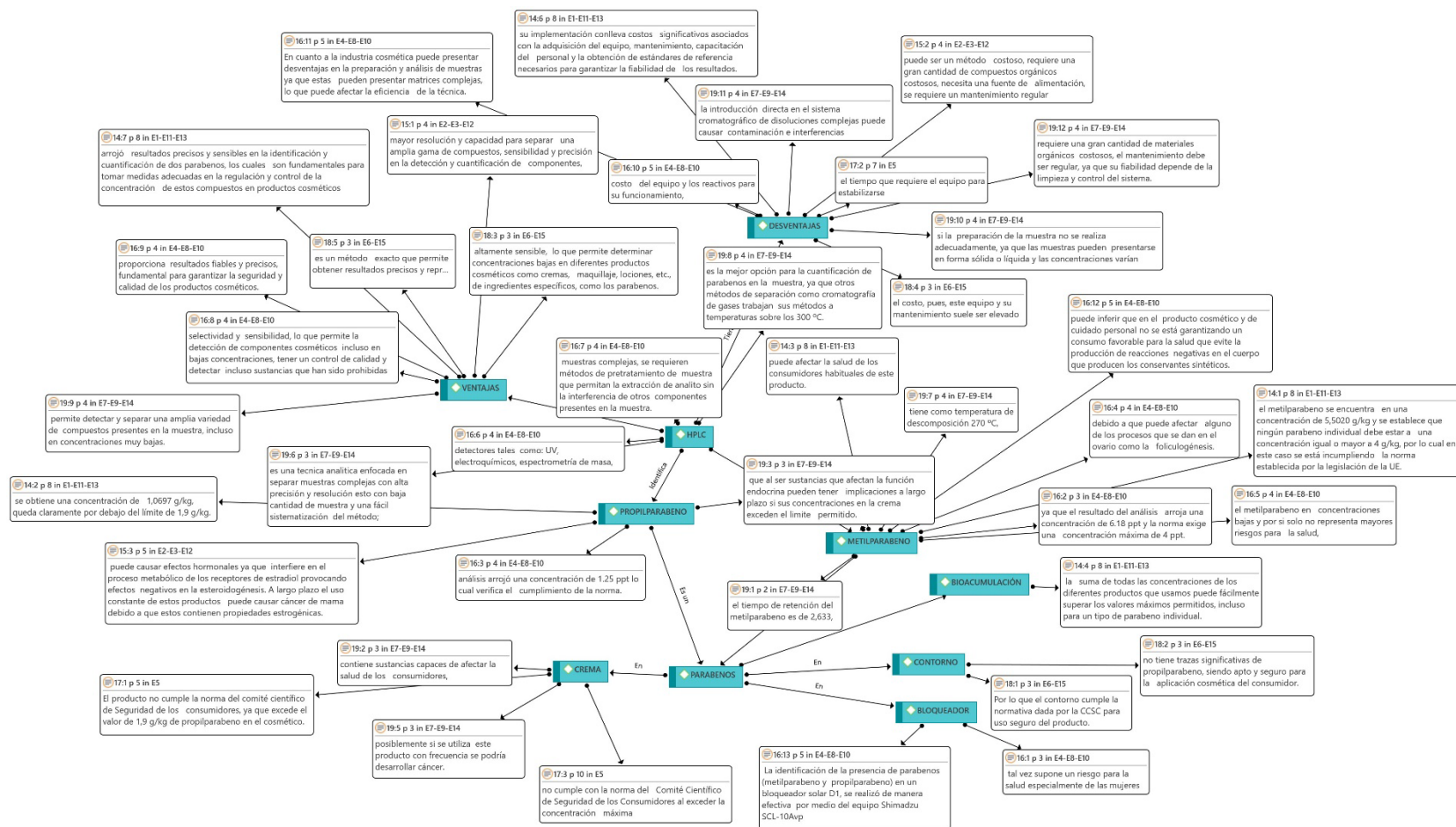


Elaboración propia.

En la nube de palabras se observa que los estudiantes tienen un buen manejo del tema que se ha ido desarrollando desde la primera intervención hasta la práctica de laboratorio, ya que relacionan temas trabajados en estudios de caso, en la actividad del modelo enzimático de Fischer y docking molecular sobre los mecanismos de acción de algunos ftalatos y parabenos, con la presencia de estas sustancias en productos de uso diario y sus implicaciones en la salud

del consumidor, el uso más frecuente de conceptos como “HPLC”, “metilparabeno”, “propilparabeno”, “concentración”, “esteroidogénesis”, “foliculogénesis”, “conservantes”, “precisión”, “acumulación”, “enfermedades”, representa y evidencia esta relación, al ser conscientes que la presencia de algunos disruptores endocrinos está permitida en una baja concentración y que posiblemente no represente graves riesgos en la salud, sin embargo, consideran lo analizado por Yan, et al., (2022) que su acumulación en el organismo en un futuro puede generar graves afecciones en el sistema endocrino y desencadenar diversas enfermedades como infertilidad y cáncer.

Ilustración 53. Red de palabras en la determinación de concentración de metil y propilparabeno en cosméticos y productos del cuidado personal.



Como está relacionado en la red de palabras y en la nube, se observa un manejo adecuado de las temáticas abordadas durante la intervención en el aula entre las que se encuentran la incidencia del metil y propil parabeno en los procesos foliculogénesis y esteroidogénesis llevados a cabo en el ovario, los mecanismos de acción de los disruptores endocrinos, la normativa vigente que regula los productos cosméticos y de cuidado personal y la técnica analítica HPLC, esto debido a que en los informes elaborados por los grupos de laboratorio se encuentran respuestas como *“el uso frecuente de estos conservantes tal vez supone un riesgo para la salud especialmente de las mujeres”, “puede causar efectos hormonales ya que interfiere en el proceso metabólico de los receptores de estradiol provocando efectos negativos en la esteroidogénesis...”*.

Así mismo, se evidencian algunas ventajas y desventajas de la técnica HPLC como es el caso de grupo 3 al mencionar que *“la técnica HPLC arrojó resultados acordes a la teoría en la identificación y cuantificación de dos parabenos, siendo esto fundamental para tomar medidas adecuadas en la regulación y control de la concentración de estos compuestos en productos cosméticos”* demostrando una apropiación de la temática al establecer relaciones entre la técnica empleada y la regulación de compuestos que pueden provocar daños en el organismo, permitiendo a los estudiantes un enriquecimiento de conocimientos que serán fundamentales para la elaboración del proyecto final, que siguiendo a García (2020) quien establece que *“el aprendizaje basado en proyectos contribuye a la construcción de aprendizajes significativos, competencias que trascienden más allá del aula de clases y que responden a las necesidades del estudiante para el desarrollo de un proyecto final”*.

En términos generales, se evidencia un progreso de la habilidad argumentativa en la mayoría de los estudiantes, ya que en la elaboración de sus argumentos tienen en consideración al menos dos de los tres elementos auxiliares principalmente el respaldo teórico y los calificadores, sin embargo, algunos estudiantes presentan dificultades al hacer uso de elementos auxiliares que le proporcionen calidad a su argumento como es el caso de grupo 1 en donde en su argumento a pesar de presentar conclusiones, pruebas y justificaciones, no se evidencia el uso de respaldos teóricos que apoyen su justificación, ni los calificadores modales.

Parte 2. Monitoría protocolo creación del producto cosmético y de cuidado personal.

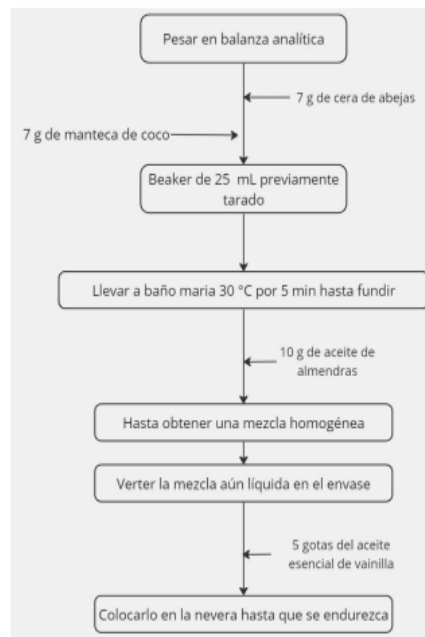
Tabla 21. Protocolos de productos.

Ilustración 54. Protocolo antitranspirante.



Tomado de: Grupo 3.

Ilustración 55. Protocolo bálsamo.



Tomado de: Grupo 2.

Ilustración 56. Protocolo perfume.



Tomado de: Grupo 1.

Ilustración 57. Protocolo crema para manos.

- PROCEDIMIENTO**
1. Pesar cerca de 10g de cera de abejas
 2. Agregar ± 30g de aceite de coco
 3. Agregar ± 50g de aceite de coco
 4. Agregar ± 5g de aceite de almendras
 5. Agregar ± 5g de aceite de almendras
 6. Llevar a baño maría, agitando de manera constante hasta homogenizar la mezcla ir encontrando la textura adecuada
 7. Posteriormente si se considera necesario, agregar una esencia cuando la mezcla este totalmente fundida
 8. Medir pH
 9. Determinar la composición de los reactivos empleados en la elaboración del producto cosmético

Tomado de: Grupo 4.

Ilustración 58. Protocolo bálsamo labial.

- Procedimiento**
1. Derretir la cera de abeja, el aceite de coco y la mantequilla Karité
 2. Agregar 1 mL de colorante de remolacha.
 3. Añadir de 2 a 3 gotas de aceite saborizante..
 4. Agregar 1 mL de colorante de remolacha
 5. Dejar que el bálsamo labial se solidifique.
 6. Refrigerar por 30 min.

Tomado de: Grupo 5.

Elaboración propia.

En este espacio se discutió sobre el procedimiento planteado por cada grupo de trabajo para la creación de su producto libre de conservantes como el metil y propil parabeno, así como la alternativa natural de conservante a añadir a su producto. Como se observa en la tabla 21

algunos de los productos a realizar como proyecto eran un antitranspirante a base de vinagre y romero, un bálsamo, crema para manos y perfume, siguiendo a Johari y Bradshaw (2008) esta monitoría tuvo como objetivo desarrollar el rol del docente en el ABPr el cual es actuar como orientadores del aprendizaje dejando que los estudiantes desde su autonomía desarrollen y construyan las bases para la elaboración de su proyecto y la resolución del problema.

4.4 Fase evaluativa

4.4.1 Creación de productos libres de metilparabeno y propilparabeno.

En esta actividad a través de una práctica de laboratorio se realizó la elaboración de cada uno de los productos cosméticos y del cuidado personal por cada grupo de trabajo, así como la resolución del formato final (*Ver anexo 10*) que tiene en cuenta todo lo trabajado de las intervenciones y actividades sobre disruptores endocrinos, normativa de parabenos en productos, sus mecanismos de acción y vías de absorción en la piel, con el fin de reconocer la estructura de sus argumentos y observar las diferentes relaciones que crea cada estudiante de consumo de productos cosméticos y del cuidado personal con su costo, implicaciones sociales y en la salud.

Cada uno de los productos elaborados tienen por objetivo cumplir las mismas funciones que los productos que se encuentran en el mercado, sin contener conservantes sintéticos como el metil y propilparabeno, por ello, surge la necesidad de utilizar alternativas naturales que tengan la misma funcionalidad de prolongar la vida útil del producto y ayudar a prevenir el crecimiento de microorganismos.

De acuerdo con la pregunta 1 realizada en el formato, la cual tiene que ver con mencionar una alternativa de conservante que emplearon en la creación de su producto, sus ventajas y desventajas. Se determinó que las alternativas utilizadas por los estudiantes fueron el aceite de ricino, siendo el Estudiante 8 quien describe algunas de sus ventajas como que *“inhibe el desarrollo de los microorganismos, es decir, que contiene un amplio espectro de actividad antimicrobiana”* o como el caso del estudiante 10 quien considera una desventaja de este aceite como que *“puede generar reacciones alérgicas a la piel y aumentar la sensación grasosa en el producto”*.

Otras alternativa de conservante utilizadas fueron el aceite esencial de eucalipto que como menciona el estudiante 12 dentro de sus ventajas está *“contener cineol el cual es que un componente que se encarga del efecto conservante y además de ser natural también posee estructuras aromáticas que brindan aromas agradables al producto”* y algunas de sus desventajas mencionadas por el estudiante 3 son *“No se recomienda usar en mujeres embarazadas, lactantes o niños menores de seis años debido a que este tiene un efecto negativo sobre las enzimas hepáticas”*.

El aceite esencial de romero, dadas sus ventajas mencionadas por el estudiante 9 *“es un poderoso conservante y antioxidante, ya que evita el ataque microbiano y la oxidación de*

lípidos. Los compuestos bioactivos del romero son los responsables de su función, más exactamente dos tipos de polifenoles, el ácido carnósico y el ácido rosmarínico. Estos compuestos activos poseen una elevada capacidad para impedir la formación de radicales libres; de modo que su aplicación en los cosméticos y alimentos retrasa los procesos de oxidación “, y la vitamina E muy utilizada en productos cosméticos, dadas sus ventajas como la mencionada por el estudiante 2 “protege la fórmula de la oxidación debido a sus propiedades antioxidantes de tal manera que se prolonga la vida útil, tiene la capacidad de neutralizar los radicales libres, ofrece beneficios en cuanto a la hidratación, suavidad y regeneración celular”.

Es importante mencionar que los estudiantes no solo describieron algunas ventajas y desventajas de utilizar las alternativas naturales en sus productos, sino que hicieron una relación con el costo y condiciones de fabricación y almacenamiento que significa emplearlas, como en el caso del estudiante 2 cuando se refiere a la vitamina E resaltando “*su costo es elevado, la vitamina requiere de condiciones especiales para asegurar su eficiencia y estabilidad, es sensible a la luz y al calor, por lo que debe almacenarse adecuadamente*” situaciones que pueden afectar las propiedades organolépticas del producto y afectar al consumidor.

Tabla 22. Productos creados y cromatogramas.


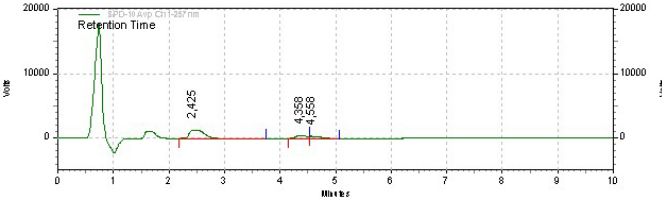
<p>Grupo 1: Perfume Alternativa: Aceite esencial de eucalipto.</p> <p><i>Ilustración 59. Proyecto final perfume.</i></p>  <p><i>Tomado de: Grupo 1.</i></p>	<p><i>Ilustración 60. Cromatograma de perfume.</i></p>  <p><i>Fuente propia.</i></p>
<p>Grupo 6: Perfume</p>	

Ilustración 61. Proyecto final perfume.

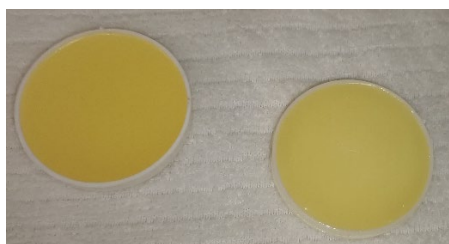


Tomado de: Grupo 6.

Grupo 2: Bálsamo

Alternativa: Aceite esencial de romero y Vitamina E.

Ilustración 62. Proyecto final bálsamo.



Tomado de: Grupo 2

Grupo 5: Bálsamo

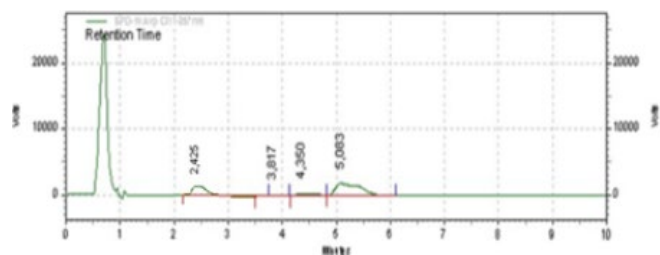
Alternativa: Aceite esencial de romero.

Ilustración 64. Proyecto final bálsamo labial.



Tomado de: Grupo 5.

Ilustración 63. Cromatograma bálsamo.



Fuente propia.

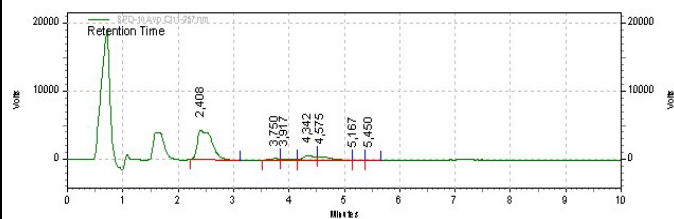
Grupo 3: Antitranspirante
 Alternativa: Aceite esencial de romero.

Ilustración 65. Proyecto final antitranspirante.



Tomado de: Grupo 3.

Ilustración 66. Cromatograma antitranspirante.



Fuente propia.

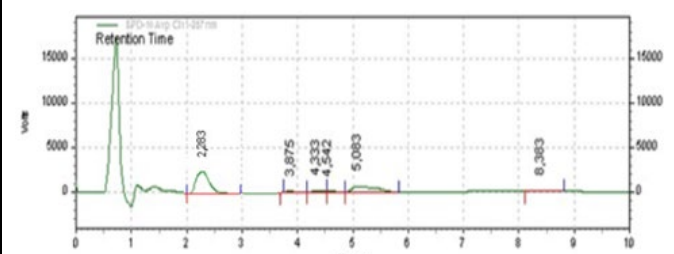
Grupo 4: Crema para manos
 Alternativa: Aceite esencial de ricino y eucalipto.

Ilustración 67. Proyecto final crema.



Tomado de: Grupo 4.

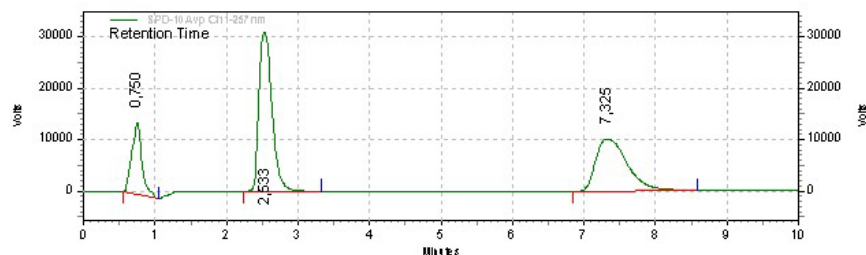
Ilustración 68. Cromatograma crema para manos.



Fuente propia.

Estándar MP y PP.

Ilustración 69. Cromatograma estándar de metil y propilparabeno.



Fuente propia.

Elaboración propia.

Constatando los cromatogramas que se encuentran en la tabla 22, se puede observar que cada uno de los productos realizados por los estudiantes se encuentran libres de metilparabeno (MP) y propilparabeno (PP), ya que en el cromatograma no se evidencian curvas en los tiempos de retención del MP entre 2,5 y 2,6 minutos y del PP entre 7,2 y 7,4 minutos, previamente determinados en la elaboración de la curva de calibración, práctica de análisis mediante la técnica HPLC, la lectura de estándar de los dos analitos mencionados y la literatura.

Tabla 23. Prueba de Grubbs y de Dixon para el rechazo de datos.

	Antitranspirante	Crema	Perfume	Bálsamo
Tiempo de retención (min)	2,408	2,283	2,425	2,425
G exp	2,522	3,312	2,342	2,342
G crítico	2,335			
Q exp	0,444	0,643	0,399	0,399
Q crítico	0,265			

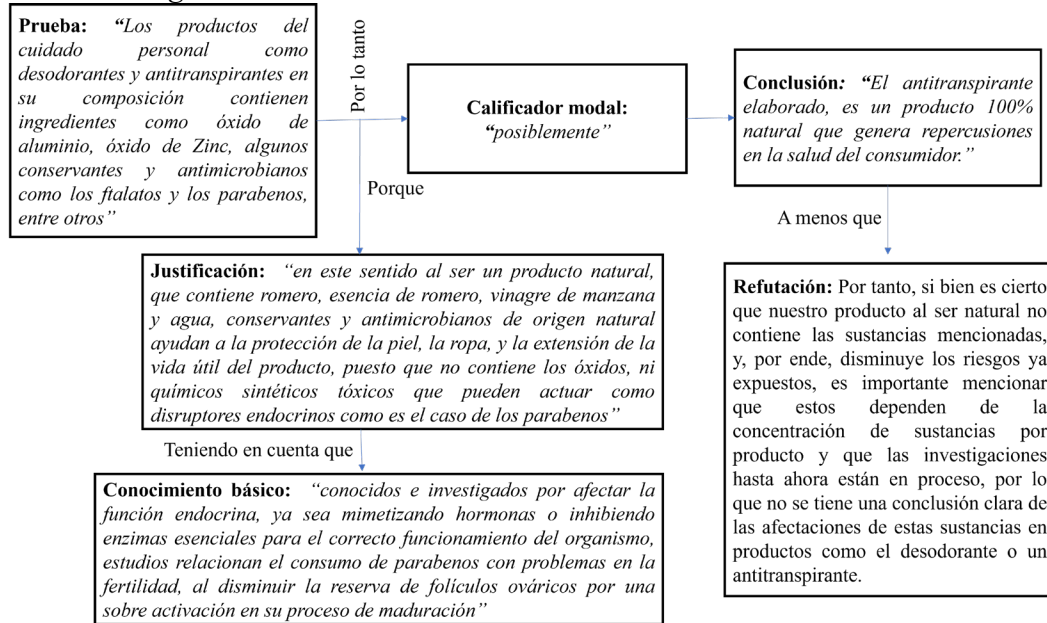
Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla 23 y las ilustraciones 60, 63, 66 y 68, en cada uno de los cromatogramas se presentan unos tiempos de retención cercanos al del metilparabeno, por lo que se hicieron dos pruebas de rechazo de datos, la prueba de Grubbs o prueba G, en donde se descartaron todos los datos al $G_{exp} > G_{crítico}$, y la prueba de Dixon o prueba Q, que al igual que la prueba G rechaza todos los datos. Por lo que se puede concluir que los tiempos de retención próximos a 2,5 minutos en cada uno de los productos elaborados no pertenecen al metilparabeno, posiblemente pertenecen a algún ácido fenólico o terpeno presente en los ingredientes utilizados, que al igual que los parabenos puede absorber a 257 nm.

A continuación, se citarán algunas respuestas aleatorias de los estudiantes en las preguntas 2 y 3 de la actividad y la evidencia de cada uno de los elementos esenciales y auxiliares que componen su argumento desde Jimenez-Aleixandre, lo escrito con color negro representa la

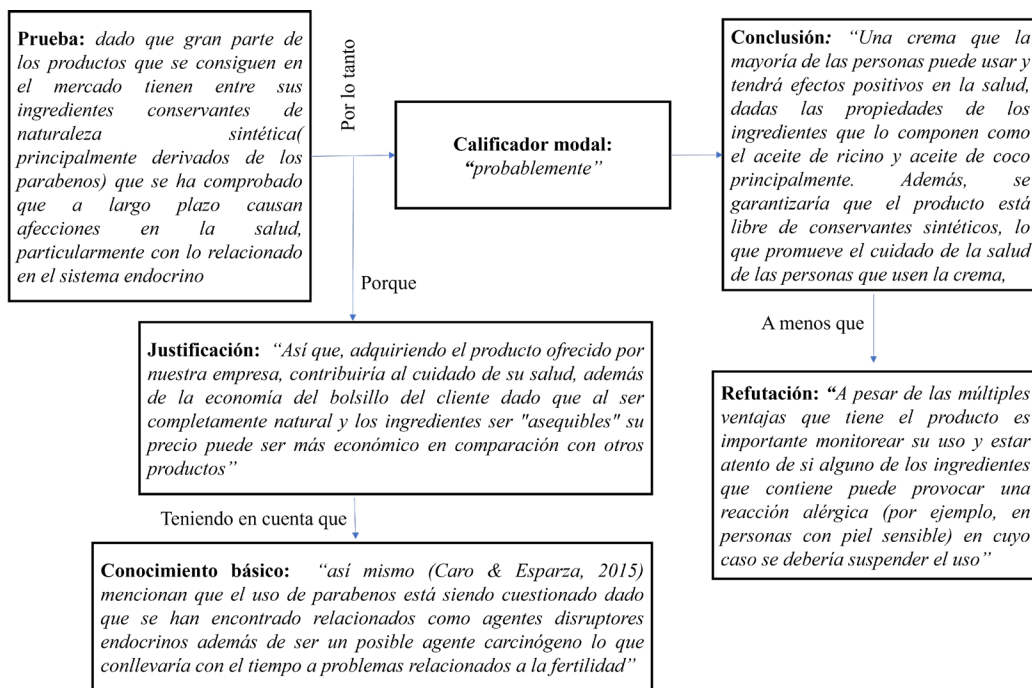
conclusión, con color verde la prueba, con amarillo la justificación, con café el conocimiento básico, con azul los calificadores modales y con rojo la refutación.

Ilustración 70. Argumento estudiante 1.



Elaboración propia.

Ilustración 71. Argumento estudiante 4.

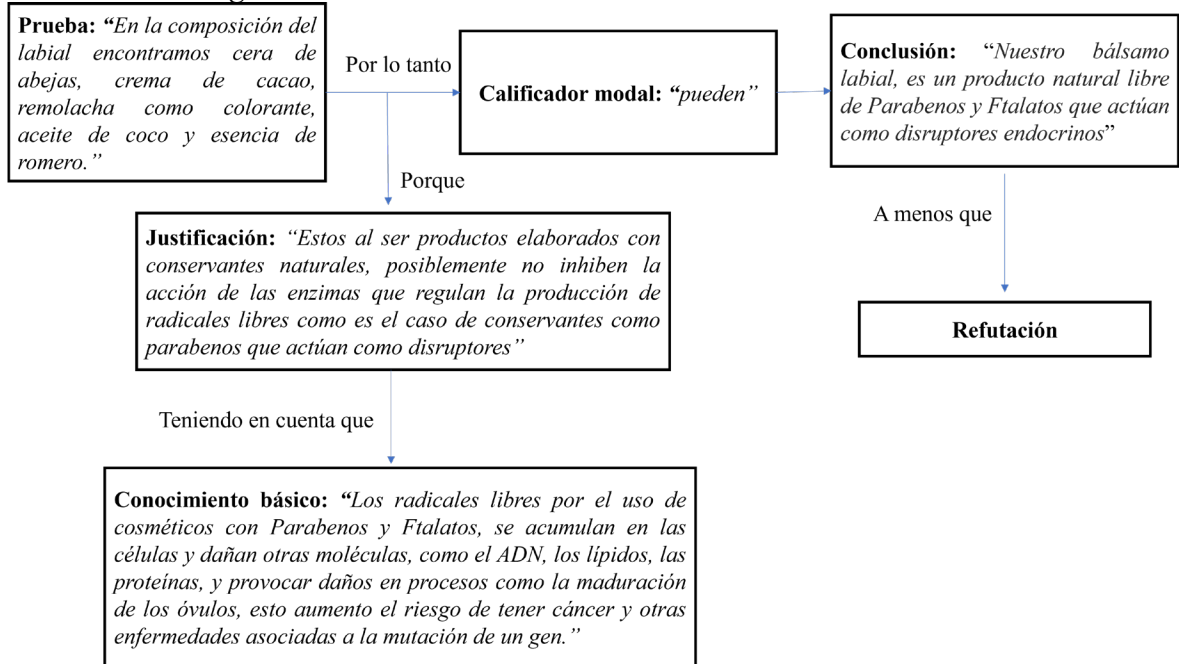


Elaboración propia

Como se observa en las estructuras de los argumentos de los estudiantes 1 y 4, presentan conclusión, prueba y una justificación pertinente y coherente, además hacen uso de los tres elementos auxiliares que son respaldo teórico reforzando su justificación, calificadores modales y refutación ya que en el caso del estudiante 1 plantea que, “...si bien es cierto que nuestro producto al ser natural no contiene las sustancias mencionadas, y, por ende, disminuye los riesgos ya expuestos, es importante mencionar que estos dependen de la concentración de sustancias por producto y que las investigaciones hasta ahora están en proceso, por lo que no se tiene una conclusión clara de las afectaciones de estas sustancias en productos como el desodorante o un antitranspirante.”

Mientras que el estudiante 4 da como refutación los posibles casos en los que el producto natural puede generar afecciones “A pesar de las múltiples ventajas que tiene el producto es importante monitorear su uso y estar atento de si alguno de los ingredientes que contiene puede provocar una reacción alérgica (por ejemplo, en personas con piel sensible) en cuyo caso se debería suspender el uso.” Proporcionando en ambos casos calidad a su argumento, ya que al tener en cuenta las situaciones en las que su conclusión podría no ser valida, da más credibilidad al argumento.

Ilustración 72. Argumento estudiante 9.



Elaboración propia

En el caso del estudiante 9 su argumento presenta los elementos esenciales que conforman la estructura básica de un argumento, adicional se evidencia un conocimiento básico apoyado en los conocimientos adquiridos durante las intervenciones al mencionar que “Los radicales libres por el uso de cosméticos con Parabenos y Ftalatos... provocar daños en procesos como la maduración de los óvulos, esto aumento el riesgo de tener cáncer y otras enfermedades

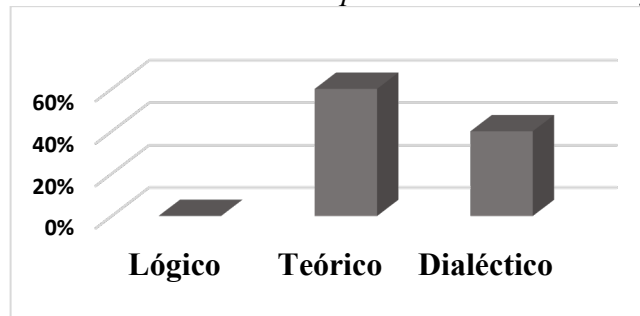
asociadas a la mutación de un gen.” Haciendo referencia a uno de los mecanismos de acción de los disruptores endocrinos trabajados, asimismo utiliza calificadores modales que proporcionan un nivel de certeza o incertidumbre en a su argumento, brindando calidad al argumento. Sin embargo, se evidencian dificultades al establecer el tercer elemento auxiliar correspondiente a la refutación que es fundamental para dar validez y credibilidad a su argumento, ya que no solo tiene en cuenta su postura sino las situaciones en las que puede no ser valido, que siguiendo a Albornoz et al. (2022) “refutar es fundamental para el desarrollo del pensamiento, es decir, que el estudiante considere la posición del oponente identificando los puntos débiles de sus argumentos. Igualmente, sostener las múltiples perspectivas, la contradicción es básico para que se produzca el aprendizaje”.

Tabla 24. Resultados Formato de elaboración de un producto libre de metil y propilparabeno.

	Total	Lógico	Teórico	Dialéctico
E1	18			X
E2	18			X
E3	15		X	
E4	18			X
E5	15		X	
E6	15		X	
E7	18			X
E8	18			X
E9	16		X	
E10	16		X	
E11	16		X	
E12	16		X	
E13	18			X
E14	16		X	
E15	15		X	

Elaboración propia.

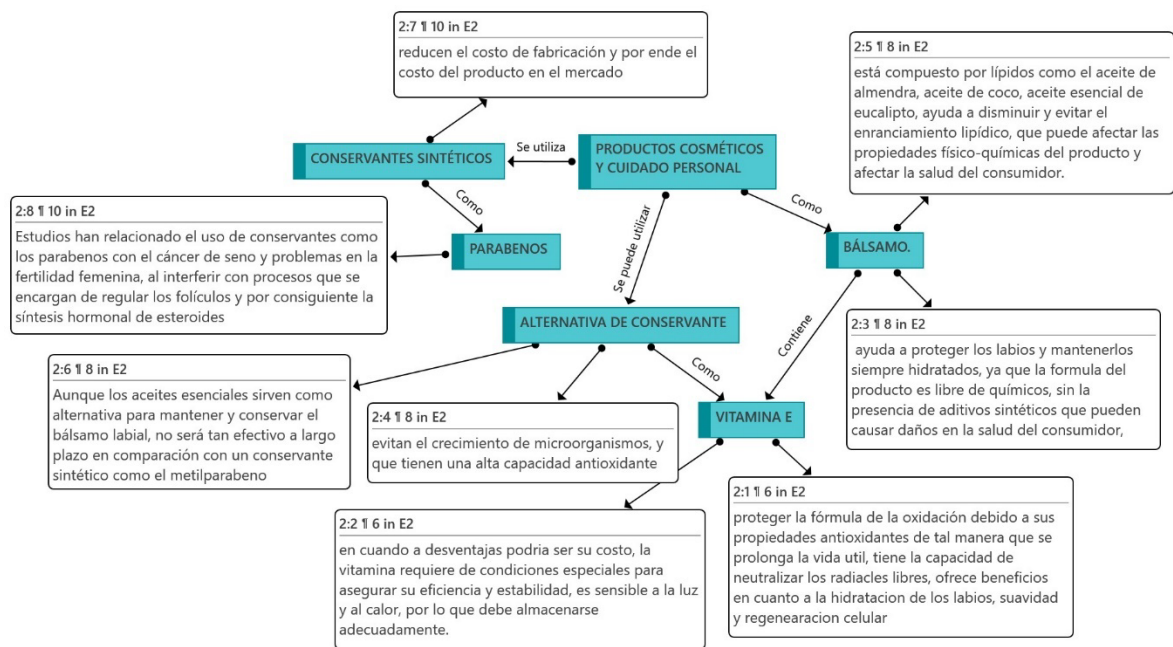
Ilustración 73. Resultados creación de un producto libre de metil y propilparabeno



Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 24, un número de 6 estudiantes se encuentran en el nivel dialéctico y 9 estudiantes en el nivel teórico, se observa un significativo avance en la calidad de los argumentos de cada estudiante, en donde utilizan más los elementos auxiliares y establecen mejores relaciones entre su conclusión y/o idea a defender o desarrollar y las pruebas o datos que la apoyan, esto es importante porque de acuerdo con Jimenez-Aleixandre (2010) permite el desarrollo de la argumentación que contribuye a competencias básicas y objetivos generales de la educación, como aprender a aprender, desarrollar el pensamiento crítico, y la cultura científica, importantes para la construcción de conocimientos hacia la producción de toma de decisiones críticas y fundamentadas.

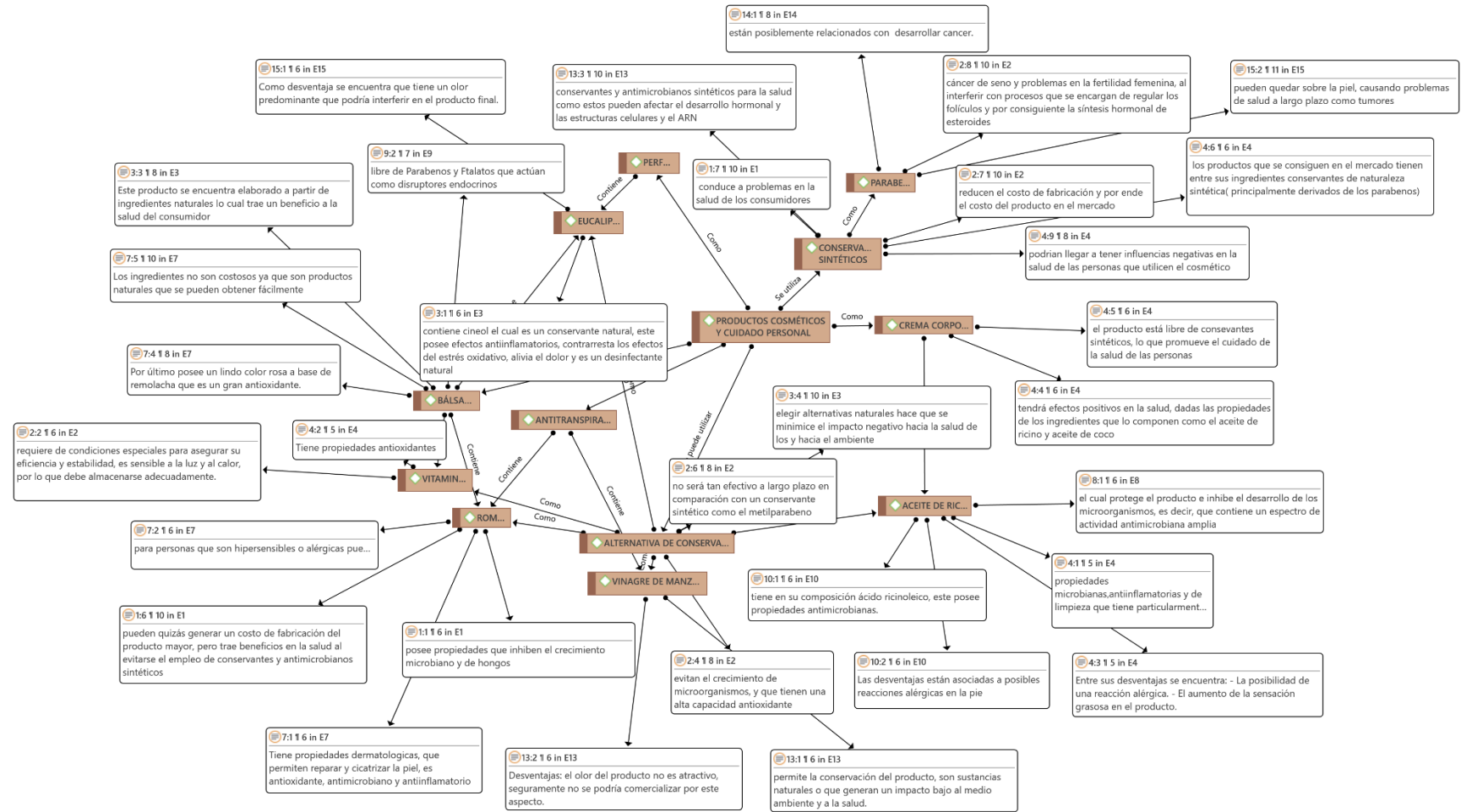
Ilustración 74. Red de palabras formato de creación de un producto libre de MP y PP del Estudiante 2.



Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

La ilustración 74 muestra algunos de los conceptos utilizados por el Estudiante 2, en donde se relacionan conceptos como conservantes sintéticos con parabenos expresando que “*reducen el costo de fabricación y por ende el costo del producto en el mercado*”, o el uso de alternativas de conservantes los cuales “*evitan el crecimiento de microorganismos y que tienen una alta capacidad antioxidante*”, estas diferentes relaciones permiten constatar que no solo hay una adquisición de conceptos sino que se están construyendo visiones interdisciplinarias que aportan y construyen espacios de toma de decisiones y alfabetización científica.

Ilustración 75. Red conceptual creación de un producto libre de MP y PP.



Elaboración propia. Diseñada en ATLAS.ti

De acuerdo con lo que se observa en la red de palabras, los estudiantes tienen un buen manejo del tema dado que establecen relaciones sociales con lo aprendido sobre disruptores endocrinos, sus vías de absorción y sus mecanismos de acción, como se puede observar en lo dicho por el estudiante 2 *“cáncer de seno y problemas en la fertilidad femenina, al interferir con procesos que se encargan de regular los folículos y por consiguiente la síntesis hormonal de ahí que sea tan importante el proceso de cambio de químicos sintéticos como los parabenos y ftalatos hacia las sustancias naturales, que pueden traer beneficios a la salud y así evitarse problemas en un futuro”*.

De igual manera, el estudiante 13 afirma que *“las desventajas del uso de conservantes y antimicrobianos sintéticos para la salud como estos pueden afectar el desarrollo hormonal, intervenir en la esteroidogénesis y desencadenar una serie de reacciones que con el tiempo pueden afectar las estructuras celulares y el ARN”*, estas afirmaciones necesitaron de todo un constructo, y como se vio en todas las fases de la investigación se fue poco a poco construyendo un referente para dar sentido a la elaboración del proyecto final, y que su objetivo verdaderamente esté fundamentado sobre investigaciones y pruebas, además que representa y permite una acción social que siguiendo a Huber (2019) el ABPr une el aprendizaje teórico y práctico, así como la colaboración entre los estudiantes, para fomentar la toma de decisiones en el mundo real.

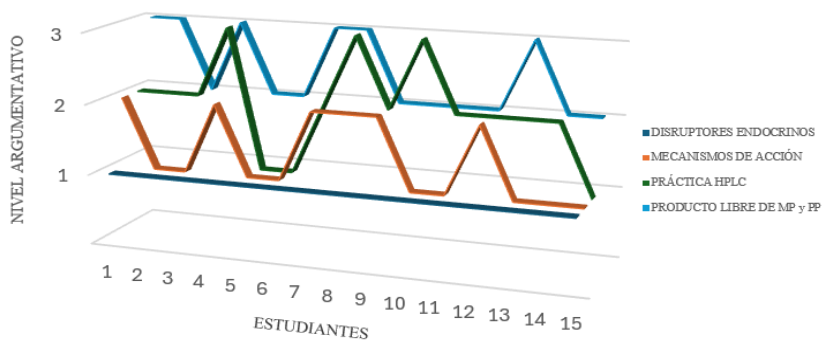
Tabla 25. Resultados nivel de argumentación en actividades.

	ACTIVIDAD DISRUPTORES ENDOCRINOS			ACTIVIDAD MECANISMOS DE ACCIÓN			INFORME PRACTICA HPLC			FORMATO CREACIÓN PRODUCTO FINAL		
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3
E1	X				X			X				X
E2	X			X				X				X
E3	X			X				X			X	
E4	X				X				X			X
E5	X			X			X				X	
E6	X			X			X				X	
E7	X				X			X				X
E8	X				X				X			X
E9	X				X			X			X	
E10	X			X					X		X	
E11	X			X				X			X	
E12	X				X			X			X	
E13	X			X				X				X
E14	X			X				X			X	

E15	X				X				X						X
-----	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---

Elaboración propia.

Ilustración 76. Progresión nivel argumentativo durante secuencia



Elaboración propia.

En suma y de acuerdo con la tabla 25 y la ilustración 76, se evidencia una mejora significativa en la argumentación a lo largo del desarrollo de la investigación, puesto que al inicio los 15 estudiantes se encontraban en el nivel lógico, evidenciando problemas en la construcción de la estructura básica del argumento, debido a que no tenían justificación o se presentaba de manera débil. De igual manera, los participantes utilizaban uno que otro elemento auxiliar como el conocimiento básico, que, si bien apoyaba su conclusión, algunas veces se presentaba en forma de pruebas sueltas. En la segunda actividad sobre los mecanismos de acción y el modelo enzimático, se observa un progreso en la estructura de sus argumentos, al hacer uso de los tres elementos auxiliares, esto se corrobora con un despliegue del 40% de los estudiantes en el uso de conocimientos básicos y calificadores modales, generando elementos más estructurados y con mayor calidad.

En el informe de laboratorio sobre verificación del cumplimiento de la normativa en productos cosméticos y del cuidado personal respecto a la concentración del MP y PP, se observa un gran avance en el desarrollo de la argumentación, ya que cada vez utilizan más los elementos auxiliares, donde el 60% de los estudiantes utilizan conocimientos básicos o referentes teóricos y calificadores modales, y el 20% tiene en cuenta refutaciones en su argumento.

En la actividad final, el formato de creación del proyecto final, es decir el producto libre de metil y propilparabeno, todos los 15 estudiantes utilizan al menos dos elementos auxiliares en sus argumentos, y el 40% incluye los tres elementos auxiliares, esto es muy importante, ya que como lo expresa Jiménez (2010) para “valorar la calidad de un argumento, es decir qué argumentos son mejores que otros y cómo se progresa en la competencia argumentativa, se parte de la idea que un argumento además de apoyarse en las pruebas pertinentes, tiene en cuenta los argumentos opuestos o hipótesis alternativas”, en este sentido el uso de la

refutación es muy significativo, ya que no solo permite cuestionar las pruebas que apoyan al argumento y que llevan al estudiante a un análisis más profundo, sino que evidencia el desarrollo de la argumentación en los estudiantes.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones de la presente investigación, tomando como referentes la pregunta problema y los objetivos planteados:

La implementación de la estrategia didáctica sobre la incidencia de parabenos y ftalatos en el ovario desde el aprendizaje basado en proyectos, en estudiantes del énfasis didáctico II, favorece el desarrollo de la habilidad argumentativa al permitir realizar una investigación independiente y fortalecer de esta manera, la capacidad para construir argumentos de calidad basados en evidencia científica. Sobresalen en este proceso, el desarrollo de las actividades teóricas y experimentales, las cuales se consolidaron con la creación de un producto final, teniendo en cuenta que los estudiantes utilizaron los recursos y conocimientos adquiridos para estructurar sus argumentos en torno a los disruptores endocrinos.

Se caracterizó la habilidad argumentativa de 15 estudiantes del curso énfasis didáctico II de la Universidad Pedagógica Nacional, tomando como referente la presencia de disruptores endocrinos en productos de belleza por medio de dos instrumentos validados por expertos, el test de Halpern que permitió reconocer la estructura básica de un argumento y una actividad diagnóstica con el fin de identificar el nivel argumentativo inicial de los estudiantes. Es decir que, inicialmente los estudiantes presentaban dificultades al establecer relaciones entre las conclusiones y sus pruebas, por lo que sus justificaciones no eran explícitas, no estaban relacionadas con la idea a desarrollar en el argumento o no se evidenciaban en la estructura, además no se hacía uso de elementos auxiliares para dar calidad a su argumento.

Se implementó una secuencia didáctica desde el aprendizaje basado en proyectos donde los estudiantes del énfasis didáctico II de la UPN llevaron a cabo diferentes actividades con el fin de desarrollar la habilidad argumentativa y así mismo comprender la incidencia de los parabenos y ftalatos en la salud reproductiva de las mujeres. Estas actividades incluyeron un reconocimiento por parte de los estudiantes de sustancias disruptoras del sistema endocrino presentes en los productos de uso cotidiano, una modelización de los mecanismos de acción de tres disruptores endocrinos, una práctica de identificación de parabenos en muestras cosméticas con la técnica HPLC y finalmente, el objetivo principal del ABPr la elaboración de un producto cosmético libre de MP y PP.

A partir del modelo argumentativo de Jiménez-Aleixandre se evaluaron los argumentos contruidos por los estudiantes en cada una de las actividades realizadas, en donde en la actividad final se evidenció un progreso significativo en los niveles de argumentación, ya que el 40% se encuentra en un nivel dialéctico y el 60% en un nivel teórico, se observó que los estudiantes no solo tenían en cuenta los elementos esenciales, sino que también hacían uso de elementos auxiliares como conocimientos básicos, calificadores modales y refutaciones, que representan un nivel de profundización en el tema, al tener en cuenta excepciones e investigaciones que aportan validez y certeza a su argumento. En este sentido, resulta muy

importante reconocer el papel del ABPr en el progreso de nivel argumentativo, ya que la elaboración del producto y cada una de las fases necesarias para la obtención de este proyecto, fueron pieza clave para la construcción de un concepto desde diferentes campos, teniendo en cuenta las implicaciones en la salud de los consumidores, los aspectos socio-económicos que representan los químicos sintéticos tóxicos en los productos cosméticos y del cuidado personal y la normativa o reglamentación que controla la concentración de químicos en los productos de belleza.

Finalmente, es importante mencionar que aunque modelos didácticos como el ABPr facilitan el aprendizaje de conceptos, como en este caso la incidencia de disruptores endocrinos en la foliculogénesis y esteroidogénesis, permite el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, como la habilidad argumentativa al brindar un respaldo que apoye las ideas, al promover el aprendizaje colaborativo que fomenta espacios de debate y también al permitir establecer relaciones sociales y la toma de decisiones en situaciones de la vida diaria.

5.2 Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se podrían realizar adaptaciones a la secuencia didáctica en donde se integren actividades intermedias en donde no solo se tenga en cuenta la argumentación escrita, sino la argumentación oral que también es un aspecto fundamental para favorecer la habilidad argumentativa, para ello se pueden generar debates, conferencias, entre otros, con cualquier tema de interés.

Por otro lado, se puede considerar:

- Ampliar los tiempos de implementación para evidenciar una mayor progresión de la habilidad argumentativa desde el aprendizaje basado en proyectos.
- Hacer uso de otras técnicas analíticas como cromatografía de gases – masas para identificar este tipo de compuestos en matrices tan complejas como las de los productos cosméticos con el fin de enriquecer los resultados experimentales de la investigación, sin embargo, para ello se debe contar con los equipos necesarios.
- Para futuros proyectos relacionados con la temática es necesario realizar más investigaciones respecto a los mecanismos de acción de los disruptores endocrinos y la relación entre la habilidad argumentativa y el ABPr, ya que la información es limitada, lo que puede dificultar el de la investigación.

5.3 Referencias

- Arvelo, F., Sojo, F. & Cotte, C. (2016) Contaminación, disruptores endocrinos y cáncer. *Investigación clínica*, 57(1), 77-92. Recuperado en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332016000100009
- Avila, M. (2020). La argumentación desde el aprendizaje basado en proyectos: una estrategia para la enseñanza de los biopolímeros (tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Azaretzky, M., et al. (2017). Disruptores endocrinos: Guía de reconocimiento, acciones y recomendaciones para el manejo médico. *REV ARGENT ENDOCRINOL METAB*, 55(2), 89-90.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Clas-sroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. EE.UU.: International Society for Technolo-gy in Education.
- Bhardwaj, S.K., Dwivedi, K., & Agarwal, D.D. (2015). A Review: HPLC Method Development and Validation. *International Journal of Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 5(4), 76-81.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University* (3rd edn). Buckingham: Open University Press.
- Buty, C. y C. Plantin (2008). *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage*. Lyon: Institut National de Recherche Pédagogique.
- Carneiro, R., Toscano, J., y Díaz, T. (2011). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) – Fundación Santillana.
- Carreño, T.P. (1997). Estrógenos ambientales ¿Feminización masculina? Dialnet. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/7442181.pdf>
- Chakole, R.D., et al. (2021). A review on HPLC Method Development and Validation. *Ijppr Human*, 21(4), 66-82.
- Clemente, F., & Rodríguez, V. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el nivel de competencias investigativas en estudiantes de Instituto Pedagógico, Trujillo, 2017. *Dialnet*, 9(2), 181-199.
- Craig, Z.R., Hannon, P.R., Wang, W., Ziv-Gal, A., & Flaws, J.A. (2012). Di-n-Butyl Phthalate Disrupts he Expression of Genes Involved in Cell Cycle and Apoptotic Pathways in Mouse Ovarian Antral Follicles. *Biology of reproduction*, 88(1), 1-10.

- Facione, P. (2007). Pensamiento crítico: ¿qué es y por qué es importante?. Recuperado de: <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- Filipiak, Y, Viqueira, M, & Bielli, A. (2016). Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos. *Veterinaria (Montevideo)*, 52(202), 2. Recuperado en 29 de marzo de 2024, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092016000200002&lng=es&tlng=es.
- Galeana de la O, L. (2016) Aprendizaje basado en proyectos. Universidad de Colima. México. Recuperado de: <https://guao.org/sites/default/files/buenas%20practicass/EI%20aprendizaje-basado-en-proyectos-lourdes-galeana.pdf>
- García, L. y Ocelli, M. (2012). Argumentar en la formación profesional continua: un curso de capacitación para docentes de Biología y Química. *RILL (Revista del Instituto de Investigaciones (Lingüísticas y Literarias Hispanoamericanas))*, 17 (1/2).
- García, J., y Pérez, J. E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 37– 66.
- García, G., Ruíz, F, J., y Mazuera, A. (2018). Desarrollo de la argumentación y su relación con el ABP en estudiantes de ciencias de la salud. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 14 (1). DOI: <https://doi.org/10.17151/rlee.2018.14.1.5>
- García, M., (2020). Aprendizajes basados en proyectos: hacia un aprendizaje significativo. Universidad Tecnológica de Pereira. DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/els-2021-191907>
- Guimaraens, D. (2004). Absorción percutánea agentes químicos con notación vía dérmica. Centro Nacional De Nuevas Tecnologías. Madrid. Instituto Nacional De Seguridad E Higiene En El Trabajo
- Hannon, P.R., & Flaws, J.A. (2015). The effects of phthalates on the ovary. *Front. Endocrinol*, 6(8), doi: 10.3389/fendo.2015.00008
- Huber, G. L. (2009). “Métodos de enseñanza para el aprendizaje adaptado a la complejidad”. En: Medina, A.; Domínguez, M. C. *Didáctica. Formación Básica para profesionales de la educación*. Madrid: Universitas, p. 141-148.
- Jiménez Aleixandre, M.P & Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), pp. 359-370.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2010). 10 ideas claves: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: *Graó*, 29(1), 363-366.

- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. En *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1001-1015). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_66
- Joannon, C. y Ihnen, C. (2015). Argumentación de Calidad. En Carretero, F. L. (2015). *Argumentación y pragma-dialéctica: Estudios en honor a Frans van Eemeren*. Guadalajara, Mexico: Editorial Universitaria-Libros UDG.
- Jurewicz J, Radwan M, Wielgomas B, Karwacka A, Klimowska A, Kałużny P, Radwan P, Hanke W. Parameters of ovarian reserve in relation to urinary concentrations of parabens. *Environmental Health*. 2020 Mar 2;19(1):26. doi: 10.1186/s12940-020-00580-3. PMID: 32122340; PMCID: PMC7053057.
- Kim, B., Cho, H., Moon, S. H., Ahn, H., Bae, S., Cho, H., y An, S. (2020). Transdermal delivery systems in cosmetics. *Biomedical Dermatology*, (2020)4:10. DOI:[10.1186/s41702-020-0058-7](https://doi.org/10.1186/s41702-020-0058-7)
- Kumar Bharswaj, S., Dwivedi, K., & Agarwal, D. (2015). A Review: HPLC Method Development and Validation. India: *International Journal of Analytical and Bioanalytical chemistry*
- Land, K., Miller, F. Fugate, A. & Hannon, P. (2022). The effects of endocrine-disrupting chemicals on ovarian- and ovulation-related fertility outcomes. *Molecular Reproduction and Development*, 89(12), 608-631. <https://doi.org/10.1002/mrd.23652>
- Lara, A. C. (2012). Desarrollo de habilidades de pensamiento y creatividad como potenciadores de aprendizaje. *Revista Unimar*, (59),85-96.
- Leech, N. & Onwuegbuzie, A. (2009). A typology of mixed methods research designs, Quality and Quantity. *International Journal of Methodology*, 43: 265-275.
- Maidarti, M., Anderson, R.A, & Telfer, E.E. (2020). Crosstalk between PTEN/PI3K/Akt. Signalling and DNA Damage in the Oocyte: Implications for Primordial Follicle Activation, Oocyte Quality and Ageing. *Cells*, 9(1), 200. <https://doi.org/10.3390/cells9010200>
- Malakootian, M., Chavoshani, A., Hashemi, M., Mehdi Amin, M., Shoshtari, B., Fadaei, S., Khazaei, S., Nasab, H., Malakootian, M., & Neamati, B. (2022). Concentrations of urinary parabens and reproductive hormones in women Iranians: exposure and risk assessment. Elsevier. *Informes de toxicología* 9, 1894-1900.
- Marín, R.R. (2018). *Desarrollo de la habilidad argumentativa, mediado por el diseño y aplicación de una unidad didáctica sobre modelos atómicos, en estudiantes de grado 7 de la institución Educativa Agustín Nieto Caballero* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizalez, Manizalez.

- Martínez, W., Esquivel, I., & Martínez, G. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: Origen, Sustento e Implicaciones. *Los modelos TecnoEducativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*. 143-160.
- Molina, M. (2012). Argumentar en clases de Ciencias Naturales: una revisión bibliográfica. *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>
- Monguí, L. Y., Hernández, T. D. & González, L. F. (2020). Enseñanza aprendizaje de los conceptos coenzima y apoenzima asociados al estudio de actividad enzimática: una mirada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodología flipped classroom. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12512>.
- Montes de Oca, N., & Machado, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidad. med*, 11(3), 475–488.
- Mora, W.L, Salazar, L.C & Palíz, C.S. (2019). El aprendizaje basado en proyecto: Realidad y perspectivas. *Journal of Science and Research*, 4(4), 22-33. Recuperado de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/687>
- Morales, P.B. (2018). ABP y habilidades de pensamiento crítico, ¿una relación vinculante? *Revista electronica interuniversitaria de Formación del profesorado*, 21(2), 91-108. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Morales, Y., & Suarez, D. (2018). Principios básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas. *Revista Semilleros: Formación Investigativa*, vol. 4.
- Moreno, Y.J., & Torres, H.S. (2020). La habilidad argumentativa escrita a través del aprendizaje del concepto reactivo límite mediante el uso de prácticas de laboratorio. *Universidad autónoma de Manizalez, Manizalez*.
- Navarrete, O.A., Peña, M.D., & Segura, L.N. (2022). Disruptores endocrinos en tampones y sus efectos en la salud. *Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(2), 307–327. doi:10.1590/1516-731320150020004.
- Porras, Y.A., Tuay, R.N., & Ladino, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48). <https://doi.org/10.17227/ted.num48-11486>

- Rekalde, I., & García, J. (2015). El aprendizaje basado en proyectos, un constante desafío. *Innovación Educativa*, (25), 219-234.
- Restrepo, D.C. (2020). *Enseñanza de la electroforesis y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en el marco de la educación ambiental*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/13231>.
- Richards, J.S. (2018). Vitamins and Hormones. Chapter One- the ovarian cycle. 107, 1-25. <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2018.01.009>
- Rivera-Núñez Z, Kinkade CW, Zhang Y, Rockson A, Bandera EV, Llanos AAM, Barrett ES. Phenols, Parabens, Phthalates and Puberty: a Systematic Review of Synthetic Chemicals Commonly Found in Personal Care Products and Girls' Pubertal Development. *Curr Environ Health Rep*. 2022 Dec;9(4):517-534. doi: 10.1007/s40572-022-00366-4.
- Rodríguez, A.M., Pamplona, D.E., & Torres, I. (2020). Desarrollo de niveles argumentativos a partir de una unidad didáctica basada en la discusión de problemas socialmente vivos. *Academia y virtualidad*, 12(2), 5-21. <https://doi.org/10.18359/ravi.4282>
- Rodriguez, E., & Rodriguez, L. (2022). Disruptores endocrinos presentes en perfumes y su efecto en la salud humana (monografía). Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca, Bogotá.
- Romano, D.M. (2012). Disruptores endocrinos: Nuevas respuestas para nuevos retos. ISTAS- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. *Revista colombiana de menopausia*, 26(1), 7-19.
- Ruiz, F.J., Tamayo, J.A., & García, A.M. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 41(3), 629-646.
- Salido, P.V. (2020). Metodologías activas en la formación inicial de docentes: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y educación artística. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(2), 120-143. DOI: 10.30827/profesorado.v24i2.13565
- Sardá, J., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente. Un resto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 405-422.
- Schwarz, B.B., & Baker, M.J. (2017). *Dialogue, argumentation and education: History, theory and practice*. Cambridge University Press. Nueva York. <https://doi.org/10.1017/9781316493960>
- Silva, B., Carreiró, F. Ramos, F., & Sanches, A. (2023). The role of endocrine disruptors in female infertility. *Molecular Biology Reports*, 50(8), 7069-7089.

- Suarez Ospina, D., & Morales Hernández, Y. (2018). Principios básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas. Bogotá D.C.
- Tamayo, O.E. (2011). Argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Revista Hallazgos*, 9(17), 211-233.
- Vargas, X.B. (2011). Como hacer investigacion cualitativa. *ETXETA S.C.*
- Vergara, J.J. (2016). Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en proyectos (ABP), paso a paso. Madrid: SM.
- Yan, W., Li, M., Guo, Q., Li, X., Zhou, S., Dai, J., Zhang, J., Wu, M., Tang, W., Wen, J., Xue, L., Jin, Y., Luo, A., & Wang, S. Chronic exposure to propylparaben at the humanly relevant dose triggers ovarian aging in adult mice. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 235. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113432>
- Zambrano, M.A., Hernández, A.D., & Mendoza, K.L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Conrado*, 18(84), 172-182. Recuperado en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100172&lng=es&tlng=es

5.4 Anexos

Anexo 1. Test de Halpern.



Facultad de Ciencia y Tecnología
Énfasis didáctico II
Bioquímica del ejercicio

El test de Halpern es un instrumento que pretende evaluar diversas habilidades de pensamiento crítico. En este caso en particular, se realizó una adaptación al test original, en donde las situaciones descritas se centran en evaluar la habilidad argumentativa, a través de las respuestas dadas a las diversas situaciones cotidianas planteadas en cada cuestión. Responda las cuestiones con la mayor sinceridad y pregunte ante cualquier duda.

Instrucciones iniciales para responder

Cada cuestión presenta una situación diferente que tiene dos partes. En la primera, se pide que escriba una respuesta breve referida a la cuestión. Cuando esté finalizada la respuesta breve, debe pasar a la segunda parte.

La segunda parte se refiere a la misma cuestión e información planteada en la primera, pero aquí se pide la emisión de un juicio o valoración sobre posibles respuestas. Por ejemplo, el juicio puede consistir en valorar el grado en que cada una de las alternativas planteadas responde bien a una determinada cuestión, o bien, en seleccionar la mejor alternativa entre un conjunto de respuestas posibles.

Por favor, no responda la segunda parte antes de haber respondido la primera. Tampoco regrese a la primera parte después de haber respondido la segunda.

Apellidos	
Nombre	
Edad	
Sexo	
Curso / grupo	
Estudios	
Profesor	
Institución educativa	
Ciudad	
País	
Fecha	
Observaciones	

SITUACIÓN 11. PARTE 1

El gobierno ha implementado una ley para eliminar de los productos cosméticos, químicos que pueden afectar la salud de las personas. Esta ley ha afectado la economía del sector cosmético pero los indicadores muestran que los niveles de sustancias sintéticas tóxicas o disruptivas en las personas ha disminuido significativamente.

1-A. Basándose en esta información, ¿Puede concluir algo acerca del tipo de trabajo que está realizando el gobierno?

() SÍ () NO

1-B. Por favor, explica tu respuesta _____

SITUACIÓN 11. PARTE 2

El gobierno ha implementado una ley para eliminar de los productos cosméticos, químicos que pueden afectar la salud de las personas. Esta ley ha afectado la economía del sector cosmético pero los indicadores muestran que los niveles de sustancias sintéticas tóxicas o disruptivas en las personas ha disminuido significativamente.

Basándose en esta información, elija **la mejor respuesta** de las siguientes:

1. () El gobierno debe estar realizando un buen trabajo.
2. () El gobierno debe estar realizando un mal trabajo.
3. () No hay una conclusión definitiva. El gobierno puede estar realizando o no un buen trabajo.
4. () Los niveles de sustancias tóxicas no están relacionados con el uso de cosméticos.
5. () La disminución en los niveles de sustancias tóxicas no está relacionada con el tipo de política que el gobierno está llevando a cabo.

SITUACIÓN 12. PARTE 1

Hay muchas oportunidades para los especialistas en Bioquímica. La verdad es que deberías especializarte en esta rama de la ciencia. El trabajo es muy interesante, con muchas posibilidades de empleo y la remuneración económica es muy buena. Por supuesto, no es una buena especialidad si le temes al manejo de los equipos y materiales del laboratorio o prefieres trabajar en espacios al aire libre.

1-A. ¿Cuál es la conclusión de este breve párrafo? _____

1-B. ¿Cuáles son las razones que la apoyan? _____

SITUACIÓN 12. PARTE 2

Hay muchas oportunidades para los especialistas en Bioquímica. La verdad es que deberías especializarte en esta rama de la ciencia. El trabajo es muy interesante, con muchas posibilidades de empleo y la remuneración económica es muy buena. Por supuesto, no es una buena especialidad si le temes al manejo de los equipos y materiales del laboratorio o prefieres trabajar en espacios al aire libre.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, escriba en la casilla en blanco, si es una **conclusión (C)**, una **razón (R)** o un **contra-argumento (CA)**.

	1. Hay muchas oportunidades para los especialistas en Bioquímica.
	2. La verdad es que deberías especializarte en esta ciencia.
	3. El trabajo es interesante.
	4. Los sueldos son buenos
	5. No es una buena especialidad si le temes al manejo de los materiales y equipos del laboratorio.

SITUACIÓN 13. PARTE 1

Teniendo en cuenta el interés por mejorar la formación de los profesores, algunas universidades han decidido añadir un nuevo requisito para lograr el título de grado: que cada estudiante presente la prueba TOEFL para poder graduarse.

Explica tu opinión al respecto en un máximo de cinco frases. _____

1-B. Por favor, describa el tipo de razonamiento que usa el Gobierno.

SITUACIÓN 14. PARTE 2

Varias empresas del sector cosmético han pedido permisos especiales al gobierno para la flexibilidad en el cumplimiento del reglamento N° 1223/2009 del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea sobre los productos cosméticos que determina la prohibición del uso de algunas sustancias sintéticas en dichos productos, alegando que su uso es en bajas concentraciones. El Gobierno se ha rehusado siempre, explicando que, si confieren estos permisos para algunas empresas, tendrá que darlos para todas, con lo que resultaría en el incumplimiento total del reglamento.

¿Cuál de las siguientes frases utiliza un **razonamiento similar** al empleado por el Gobierno, aunque las frases no se refieran al mismo tema? **Elija SOLO una:**

1. () No acepte un pequeño incremento en el sueldo porque si lo haces su jefe le quitará los beneficios médicos el año próximo.
2. () No vote a este candidato, porque pertenece a un partido progresista.
3. () No puede votar en esta votación, porque no tiene suficiente información.
4. () No puede fiarse de lo que dice, porque es un mentiroso patológico como su madre.
5. () El futuro nunca puede conocerse con certeza; debería recordar que pájaro en mano es mejor que ciento volando.

SITUACIÓN 15. PARTE 1

El ministro de salud les ha propuesto a varias empresas del sector cosmético la creación y comercialización de varios productos en especial esmaltes encaminados hacia la moda de las F, 2 Free, 3 Free, 4 Free, 5 Free, con el fin de asegurar productos libres de sustancias tóxicas o sintéticas que pudiesen alterar la salud.

1-A. En una frase, exprese su opinión sobre este proyecto.

1-B. En una o dos frases, presente una razón y una conclusión relacionadas con esta propuesta que sean consistentes con la opinión de la respuesta anterior.

SITUACIÓN 15. PARTE 2

El ministro de salud les ha propuesto a varias empresas del sector cosmético la creación y comercialización de varios productos en especial esmaltes encaminados hacia la moda de las F, 2 Free, 3 Free, 4 Free, 5 Free, con el fin de asegurar productos libres de sustancias tóxicas o sintéticas que pudiesen alterar la salud.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indique si se trata de una **opinión (O)**, un **hecho (H)**, o un **argumento razonado (AR)**.

	1. Esto no funciona.
	2. En otros países donde se empleó esta propuesta, la conciencia en productos cosméticos mejoró en un 50%.
	3. Este sistema no funciona porque la gente no tiene conciencia en el uso de productos cosméticos.
	4. Es una buena idea porque evitará el mensaje de que no tenemos conciencia en el uso de productos químicos.
	5. Costará demasiado dinero.
	6. El coste será superior a cien millones de pesos.
	7. Esto solo hará que el problema empeore porque las empresas niegan que algunos productos sintéticos que utilizan pueden producir graves problemas de salud.

Anexo 2. Actividad de reconocimiento



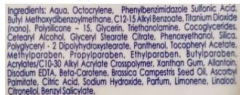

Facultad de Ciencia y Tecnología
Énfasis didáctico II
Bioquímica del ejercicio

IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN PRODUCTOS COSMÉTICOS Y DE CUIDADO PERSONAL

Los productos cosméticos y de cuidado personal hacen parte fundamental de nuestro día a día, ya que ayudan a mantener la higiene corporal y promover la salud de la piel, sin embargo, aunque se encuentran muy relacionados son productos con características y propiedades diferentes, en este sentido, los productos de cuidado personal están destinados a mantener la higiene, salud y bienestar del cuerpo. Entre estos se encuentran productos como jabones, desodorantes, protectores solares, cremas hidratantes, crema de dientes, entre otros (AsoColDerma, 2020).

Por otro lado, los productos cosméticos tienen el fin de mejorar o modificar la apariencia física, algunos ejemplos son, perfumes, labiales, sombras para ojos, contorno para el rostro, entre otros (AEMPS, 2018).

1. Teniendo en cuenta los productos de cuidado personal y cosméticos que tenga en su casa, complete la siguiente tabla (mínimo 5), en el campo del **producto** colocar el nombre de la sustancia, en el campo de **ingredientes** los que contenga y en el campo vacío una foto de la sustancia, como se observa en el ejemplo.

Ejemplo	Producto: Protector solar Ingredientes: 	
	Producto:	
	Ingredientes:	
	Producto:	
	Ingredientes:	

2. Describa los compuestos más frecuentes encontrados en los productos anteriores.
3. Conteste las preguntas que se encuentran en el siguiente Forms:

<https://forms.office.com/r/tYM7Aia7Vc>

Anexo 3. Forms – actividad de reconocimiento

4

En caso de haber respondido ingredientes en la pregunta anterior, diga ¿cuáles y por qué?.

Escriba su respuesta

5

En caso de haber respondido marcas en la pregunta anterior, diga ¿cuáles y por qué?.

Escriba su respuesta

6

En caso de haber respondido otros en la pregunta anterior, diga ¿qué es lo primero que tiene en cuenta a la hora de comprar los productos o algún producto ya mencionado?.

Escriba su respuesta

7

¿De los productos que eligió en la actividad de reconocimiento en alguno pudo identificar la presencia de algunas de estas sustancias? *

- Ftalatos ✓
- Parabenos ✓
- Bisfenol A ✓
- Triclosán ✓
- DDT ✓
- Benzofenonas ✓

8

A la hora de adquirir algún producto cosmético, ¿Qué es lo primero que tiene en cuenta? *

- Precio ✓
- Ingredientes ✓
- Marca ✓
- Otros ✓
- No uso ningún cosmético ✓

9

En caso de haber respondido ingredientes en la pregunta anterior, diga ¿cuáles y por qué?.

Escriba su respuesta

10

En caso de haber respondido marcas en la pregunta anterior, diga ¿cuáles y por qué?.

Escriba su respuesta

11

En caso de haber respondido otros en la pregunta anterior, diga ¿qué es lo primero que tiene en cuenta cuando a la hora de comprar un cosmético?.

Escriba su respuesta

12

¿Ha escuchado el término disruptor endocrino? *

- Sí ✓
- No ✓

13

¿En el caso de que la respuesta anterior haya sido sí, especifique en qué campo lo ha escuchado o con qué lo relaciona? *



14

¿ En qué procesos sabe o cree que pueden intervenir los disruptores endocrinos? *

- Pueden imitar la acción de las hormonas inhibiendo sus receptores. ✓
- Alterando la síntesis o el metabolismo de las hormonas. ✓
- En el equilibrio hormonal. ✓
- Funcionamiento normal endocrino. ✓

Anexo 4. Actividad de disruptores endocrinos



Facultad de Ciencia y Tecnología
Énfasis didáctico II
Bioquímica del ejercicio

ACTIVIDAD 2. ACTIVIDAD DE DISRUPTORES ENDOCRINOS

PARTE 1

Entre los años 1940 a 1970, la forma sintética de la hormona estrógeno, el dietilestilbestrol (DES) era muy recetada a mujeres embarazadas para prevenir abortos y complicaciones en el embarazo. Desde 1971 las investigaciones se enfocaron en relacionar la exposición intrauterina del DES con el adenocarcinoma de células claras o cáncer de cuello uterino. Esta sustancia constituye el primer antecedente para potenciar el desarrollo e investigación en torno a los disruptores endocrinos, donde se encontró que los niños nacidos en esta época desarrollaban problemas en su función endocrina.

En 1968, Ana durante su embarazo consumió DES para prevenir complicaciones en el embarazo, luego de tener a su hija y por los antecedentes de la sustancia que consumió, ambas fueron sometidas a estudios, donde el médico descubrió que la fertilidad de la hija de Ana se vio afectada por la incidencia de la sustancia en el útero.

¿Qué posibles pruebas le daría a Ana para convencerla de las causas de la infertilidad de su hija?

PARTE 2

Con cualquiera de los siguientes enunciados construya un breve párrafo, donde explique de forma argumentativa y fundamentada la idea.

El tereftalato de polietileno (PET) que se encuentra en algunos productos cosméticos como los esmaltes o en los plásticos, altera la función endocrina.

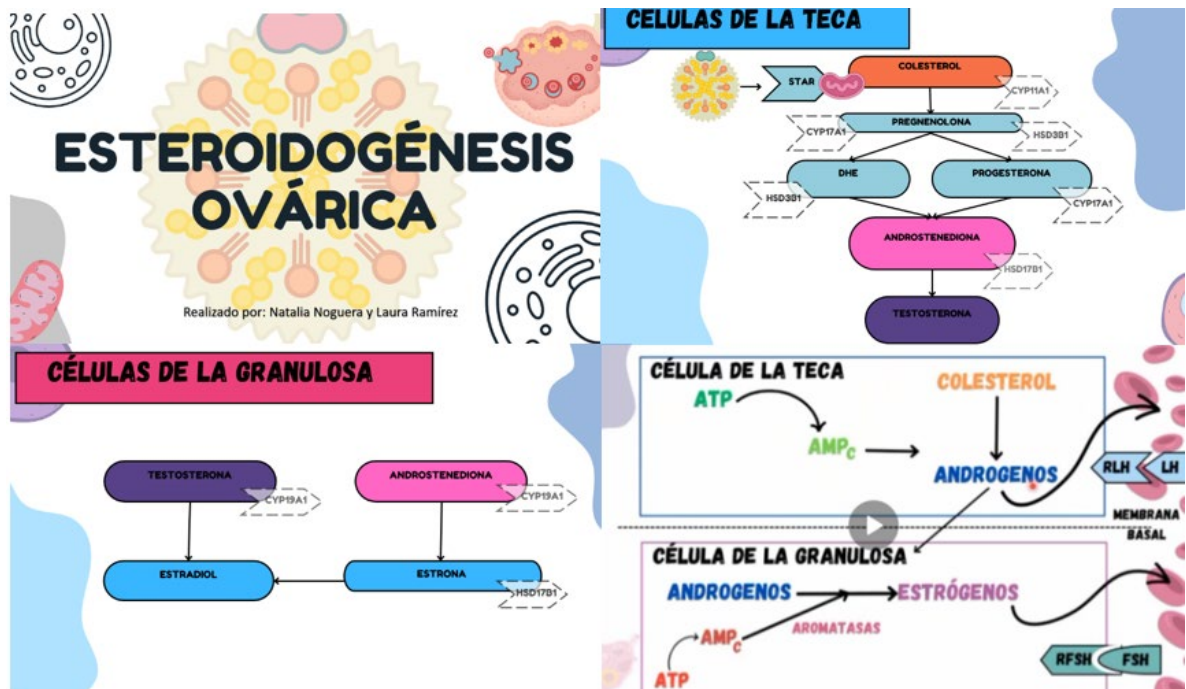
Algunos productos de uso cotidiano como cosméticos contienen BPA que pueden alterar la función endocrina.

Los productos de belleza como champús, cremas, geles de baño, entre otros, contienen parabenos que seguramente mimetizan las hormonas.

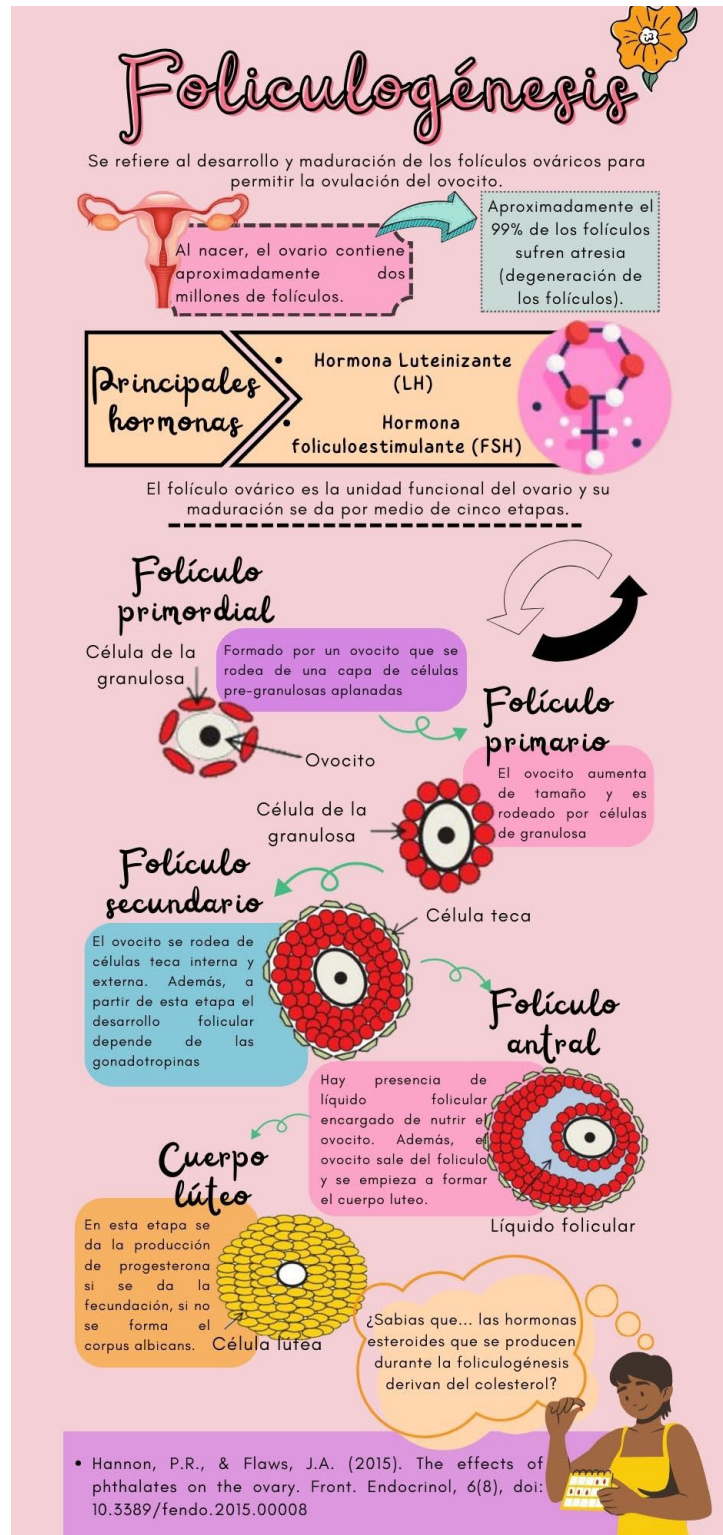
Anexo 5. Vídeo modelo argumentativo de Jiménez Aleixandre



Anexo 6. Vídeo proceso de esteroidogénesis



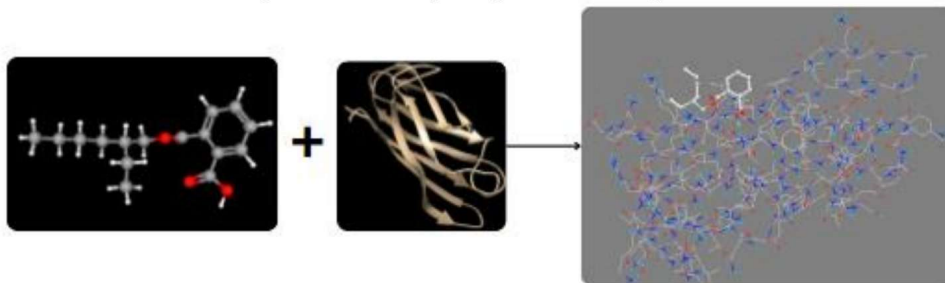
Anexo 7. Infografía proceso foliculogénesis



Anexo 8. Actividad de mecanismos de acción.

ACTIVIDAD 3. MECANISMO DE ACCIÓN FTALATOS Y PARABENOS

Teniendo en cuenta lo explicado en clase y el siguiente Docking molecular del MEHP.



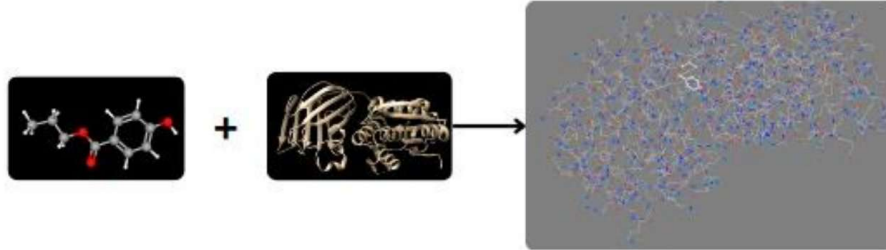
Con las estructuras dadas, construya una posible interacción entre el inhibidor y la enzima.

1. Teniendo en cuenta el modelo de Fischer realizado y usando como mínimo 6 de las palabras que se encuentran en la siguiente tabla, construya una idea argumentada sobre el posible mecanismo de acción del propilparabeno.

enzima	inhibidor	sustrato	DEHP	MEHP
superóxido dismutasa 1	glutación peroxidasa	especie reactiva de oxígeno	estrés oxidativo	propilparabeno
PI3K/AKT	CYP11A1	célula de la granulosa	cáncer	CY19A1
siempre	puede	PTEN	concentración	probablemente
Desarrollo folicular	esteroidogénesis	inhibir	hormonas	sobreactivación

ACTIVIDAD 3. MECANISMO DE ACCIÓN FTALATOS Y PARABENOS

Teniendo en cuenta lo explicado en clase y el siguiente Docking molecular del propilparabeno.



Con las estructuras dadas, construya una posible interacción entre el inhibidor y la enzima.

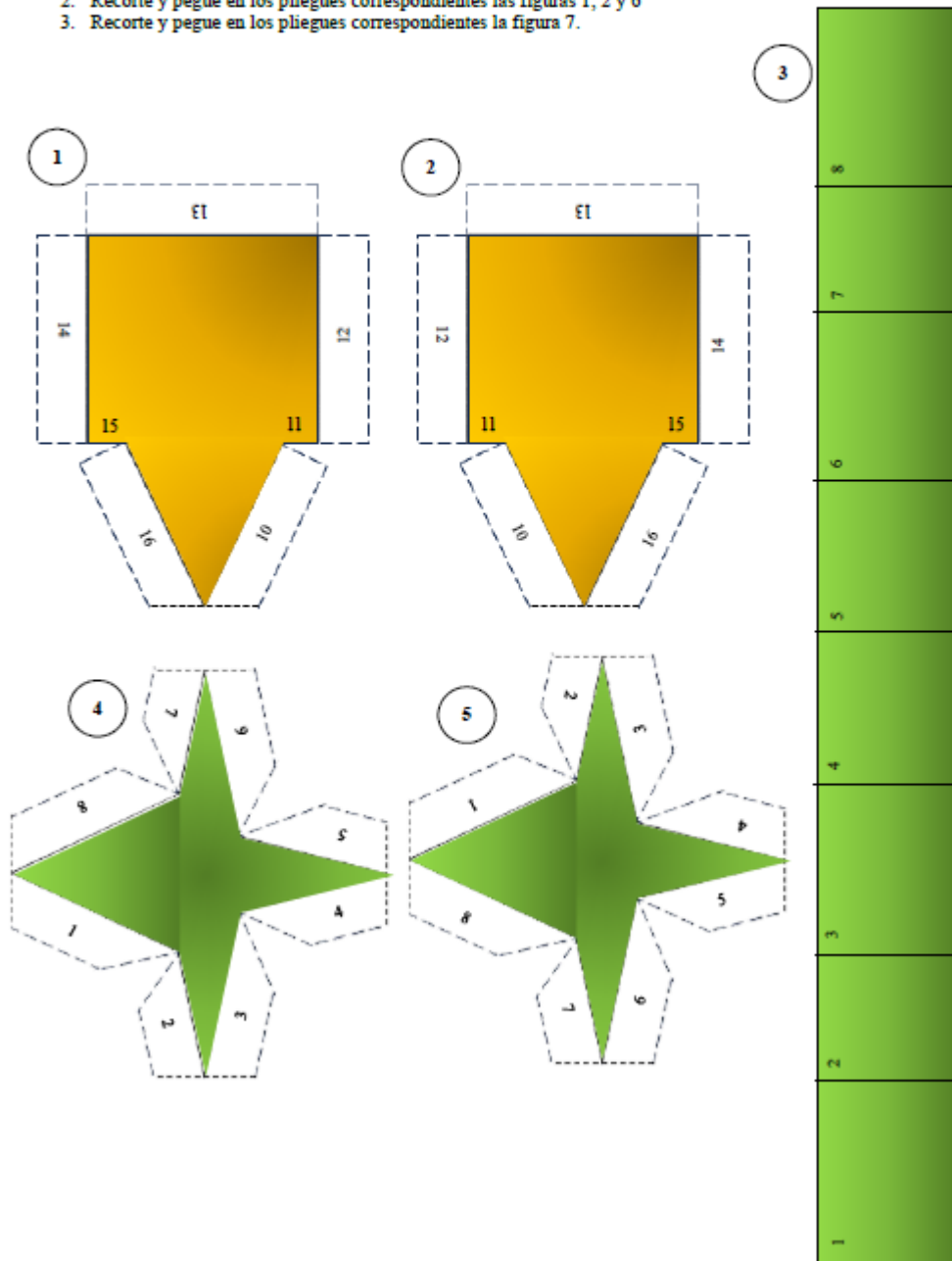
1. Teniendo en cuenta el modelo de Fischer realizado y usando como mínimo 6 de las palabras que se encuentran en la siguiente tabla, construya una idea argumentada sobre el posible mecanismo de acción del propilparabeno.

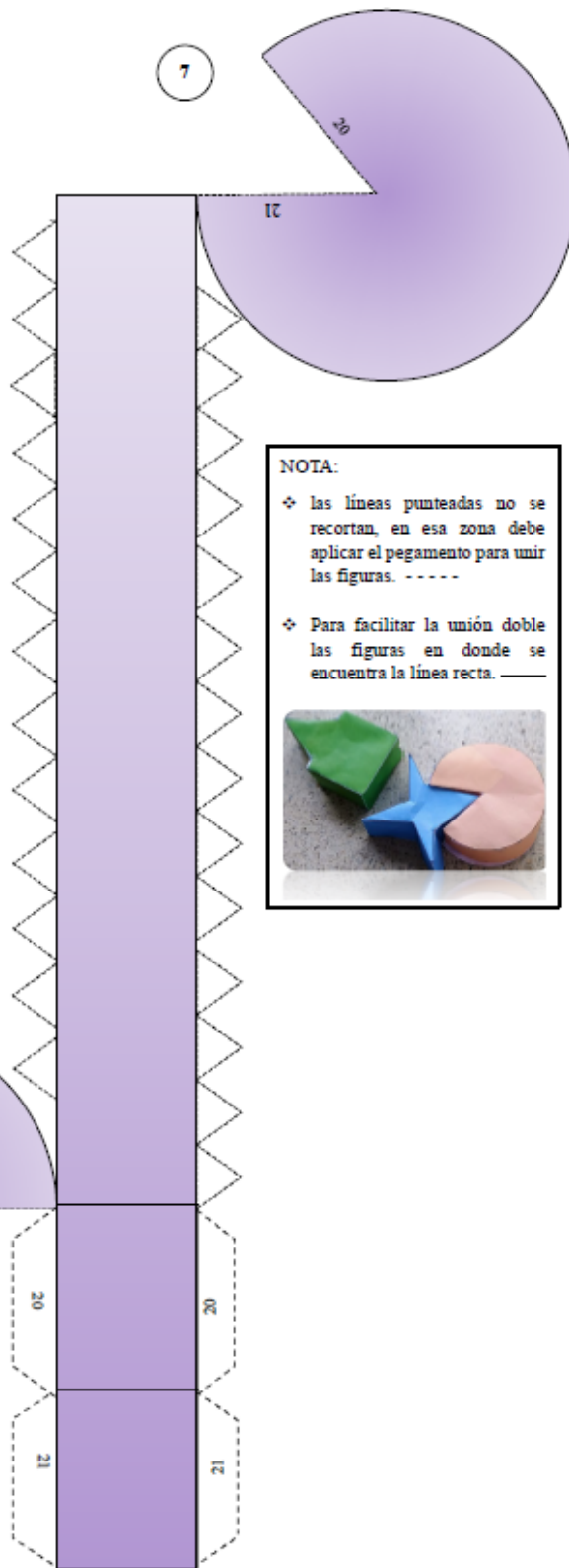
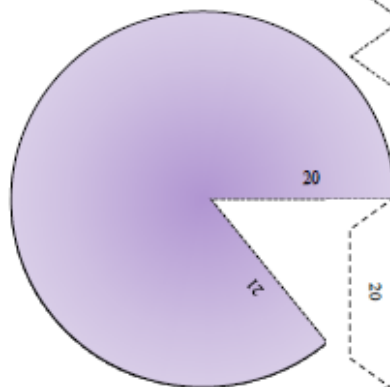
enzima	inhibidor	sustrato	DEHP	MEHP
superóxido dismutasa 1	glutación peroxidasa	especie reactiva de oxígeno	estrés oxidativo	propilparabeno
PI3K/AKT	CYP11A1	célula de la granulosa	cáncer	CY19A1
siempre	puede	PTEN	concentración	probablemente
Desarrollo folicular	esteroidogénesis	inhibir	hormonas	sobreactivación

MECANISMO DE REACCIÓN. INTERACCIÓN ENZIMA-SUSTRATO
MODELO DE FISCHER

Pasos para recrear el mecanismo de reacción del sustrato y del inhibidor con la enzima:

1. Recorte y pegue en los pliegues correspondientes las figuras 3, 4 y 5
2. Recorte y pegue en los pliegues correspondientes las figuras 1, 2 y 6
3. Recorte y pegue en los pliegues correspondientes la figura 7.





NOTA:

- ❖ las líneas punteadas no se recortan, en esa zona debe aplicar el pegamento para unir las figuras. - - - - -
- ❖ Para facilitar la unión doble las figuras en donde se encuentra la línea recta. ———



Anexo 9. Práctica de laboratorio HPLC.



Facultad de Ciencia y Tecnología
Énfasis didáctico II
Bioquímica del ejercicio

ACTIVIDAD 4. PRÁCTICA DE LABORATORIO: DETERMINACIÓN DE PARABENOS EN PRODUCTOS COSMÉTICOS Y DE CUIDADO PERSONAL - TÉCNICA HPLC

OBJETIVOS:

- Identificar la presencia de parabenos en muestras cosméticas utilizando el equipo Shimadzu SCL-10Avp.
- Calcular la concentración en ppm de propilparabeno y metilparabeno en la muestra.
- Determinar si la concentración de metilparabeno y propilparabeno cumple las normas del Comité Científico de Seguridad de los Consumidores.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

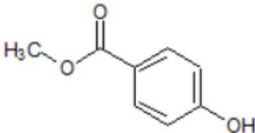
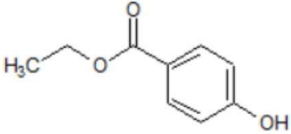
Tenga en cuenta las siguientes preguntas para la elaboración de su análisis.

- ¿La concentración del metilparabeno y propilparabeno cumple la normativa dada por el Comité Científico de Seguridad de los Consumidores?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la técnica HPLC para el análisis de productos cosméticos y de cuidado personal?

MARCO TEÓRICO

Parabenos

Los parabenos son sustancias reconocidas cuando se habla de un producto cosmético o de cuidado personal como cremas, desodorantes, acondicionadores, esmaltes entre otros, ya que debido a su bajo costo y a su acción conservante y suavizante, son altamente utilizados a nivel industrial, pero a su vez tienen repercusiones a largo plazo sobre la salud reproductiva principalmente en las mujeres.

	Sustancias	Ejemplos de usos
Metilparabeno	<p><i>Ilustración 5. Estructura química del Metilparabeno.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	Como conservantes y antimicrobianos en productos como shampoo y cremas corporales.
Etilparabeno	<p><i>Ilustración 6. Estructura química del Etilparabeno.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	

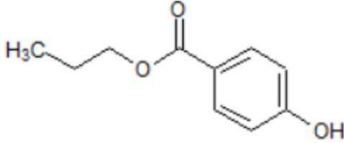
Propilparabeno	<p><i>Ilustración 7. Estructura química del propilparabeno.</i></p>  <p><i>Diseñado en ChemSketch. Fuente propia</i></p>	<p>Como antimicrobiano de productos de cuidado personal como cremas, shampoo, talcos principalmente para bebés.</p>

Tabla 1. Principales parabenos en productos cosméticos. Elaboración propia. Información adaptada de Azaretsky et al., (2017).

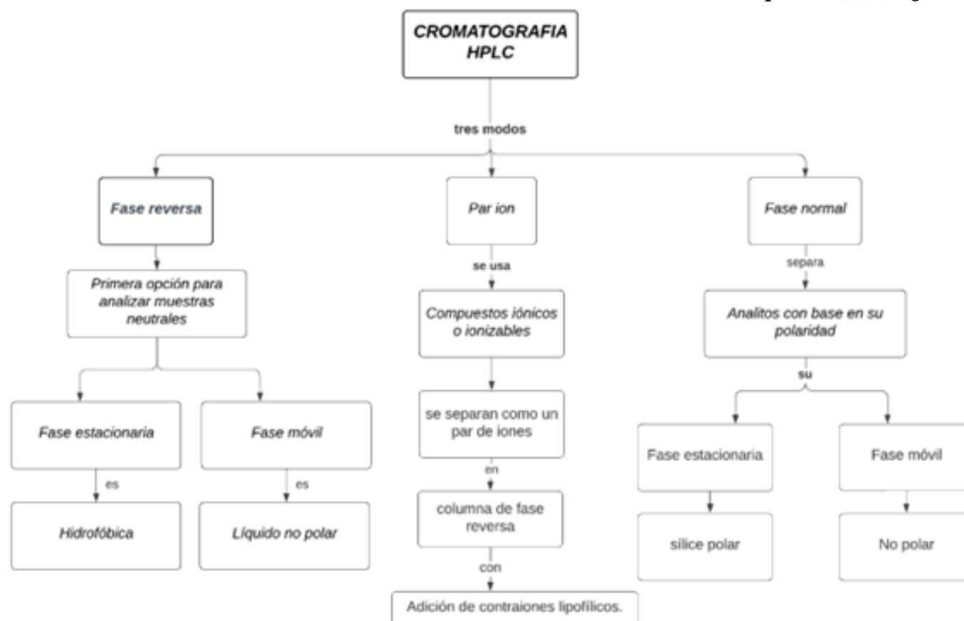
Normativa

La legislación de la UE permite el uso de parabenos en cosméticos, pudiendo un mismo producto contener uno o varios de ellos. La máxima concentración total permitida en los productos de consumo es de 8 g de parabenos por kg de producto cosmético, siempre que ningún parabeno individual esté presente en una concentración superior a 4 g/kg. El comité científico de Seguridad de los consumidores recomienda el límite del propil y butilparabeno a una concentración máxima de 1,9 g/Kg de producto cosmético (CE, 2010).

HPLC

La cromatografía HPLC es un método para verificar la pureza de entidades químicas, monitorea los cambios de reacción en procedimientos sintéticos o de ampliación para evaluar nuevas formulaciones y llevar a cabo control o garantía de la calidad de productos, Kumar, Dwivedi y Agarwal, (2015, p.76).

Para la elección de las condiciones cromatográficas se requiere de condiciones como detector, columna y fase móvil. En la selección de la columna se debe tener en cuenta que esta produzca una buena separación, Chakole et al, (2021) refieren que para la selección del modo cromatográfico se debe analizar si se quiere la determinación por peso molecular o por la polaridad del analito, en la optimización de la fase móvil selecciona un búfer, elegir el pH apropiado, se debe considerar el efecto del modificador orgánico; algunas opciones muy comunes son acetonitrilo y metanol, y la selección del detector que generalmente es uv teniendo en cuenta la longitud de onda de máxima absorción del analito.



Elaboración propia. Información adaptada de Morales y Suarez (2018).

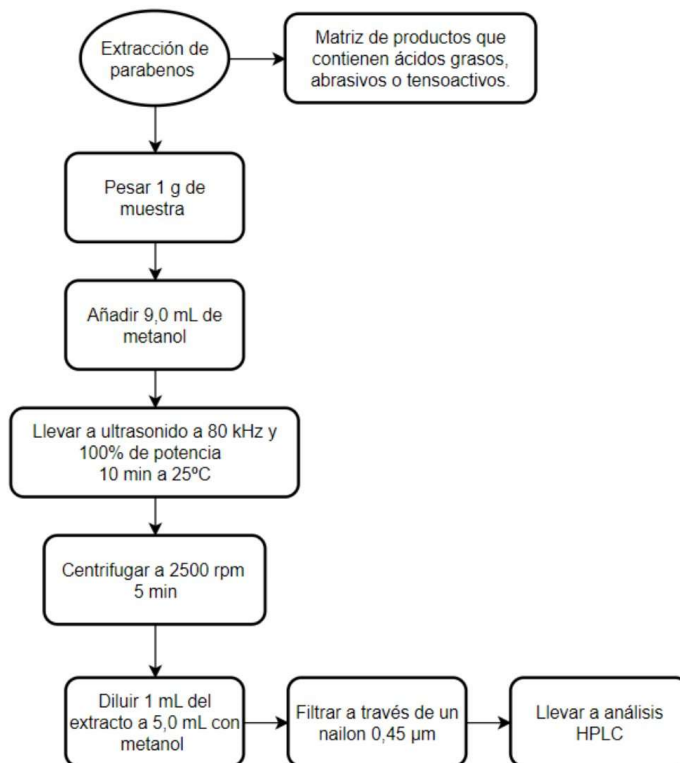
Materiales y Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Espátula • Varilla de vidrio • Pipeteador • Frasco lavador • Gotero • Vaso de precipitado 50 mL • Vaso de precipitado de 100 mL • Pipeta graduada de 10 mL • Pipeta aforada de 1 mL • 2 Tubos cónico de centrifuga • Micropipeta • Crema ponds aclarant • Crema ponds rejuveness • Protector solar Delia cosmetics • Contorno/iluminador para rostro • Ultrasonido • Centrifuga • Balanza analítica 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua grado HPLC • Buffer fosfatos 0.01M pH 6.0 • Acetonitrilo • Metanol grado HPLC

<ul style="list-style-type: none"> • Equipo HPLC shimadzu SCL-10Avp. 	
---	--

Tabla 1. Lista de materiales y reactivos

PROCEDIMIENTO

Extracción de parabenos en muestras:



Elaboración propia. Información adaptada de Sánchez et. al (2022).

CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS

Equipo	Shimadzu SCL-10Avp
Columna	Premier C18-WP, 100*4,6mm 5µm
Fase Móvil	35% acetonitrilo – 65% Buffer fosfatos 0.01M pH 6
Elución	Isocrática
Velocidad de flujo	1.5 mL/min
Longitud de onda	257 nm
Vol. De inyección	40 µL
Tiempo de retención del metilparabeno	≈ 2.5
Tiempo de retención del propilparabeno	≈ 7.3

CUANTIFICACIÓN DE PARABENOS EN MUESTRAS:

➤ **Curva de calibración del propilparabeno**

Concentración ppm	Área de pico
300	12566820
150	6143383
50	1476538
10	310754
1	41426
0,1	5056

➤ **Curva de calibración del propilparabeno**

Concentración ppm	Área de pico
300	12866386
150	6360973
50	2073496
10	396218
1	50376
0,1	27392

REFERENCIAS

- Suarez Ospina, D., & Morales Hernández, Y. (2018). Principios básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas. Bogotá D.C.
- Kumar Bharswaj, S., Dwivedi, K., & Agarwal, D. (2015). A Review: HPLC Method Development and Validation. India: *International Journal of Analytical and Bioanalytical chemistry*.
- Sánchez, S., Gil, L., Cabrera, C., Gismera, J., Sevilla, T., & Procopio, J. (2022). Disposable screen-printed carbon-based electrodes in amperometric detection for simultaneous determination of parabens in complex-matrix personal care products by HPLC. *Talanta: ELSEVIER*.
- Imamović, B., Šober, M., & Bečić, E. (2012). HPLC Determination of Some frequently used Parabens in Sunscreens. *International Journal of Pharmacy Teaching & Practices 2012, Vol.3, Issue 1, 219-224*.

Anexo 10. Formato creación de producto libre de MP y PP.



Facultad de Ciencia y Tecnología
Énfasis didáctico II
Bioquímica del ejercicio

ACTIVIDAD 5. CREACIÓN DE UN PRODUCTO LIBRE DE PARABENOS

1. En el siguiente espacio adjunte evidencia fotográfica del producto elaborado.

2. Mencione la alternativa de conservante que empleó en la creación de su producto. Sus ventajas y desventajas.

3. Suponga que usted es dueño/a de una marca de productos cosméticos y del cuidado personal, la cual no es muy reconocida en el mercado. Su marca acaba de crear un nuevo producto, para darlo a conocer usted acepta una entrevista en un canal de cuidado de la salud.

¿Qué diría usted para promocionar su producto y convencer a los espectadores?

4. Usted es invitado a una feria empresarial para seguir promocionando su nuevo producto, estando allí se da cuenta que Cawa una marca nueva pero muy reconocida por crear productos económicos y de larga vida útil, insinúa que su marca no le ofrece al mercado una buena relación costo- beneficio, dado que no se utilizan conservantes y antimicrobianos sintéticos lo que lleva a un incremento en el costo de fabricación, y que en definitiva no le trae beneficios a la salud del consumidor.

¿Cómo usted defendería su producto? Argumente su respuesta.
