

Universidad Femenina del Sagrado Corazón

Escuela de Posgrado

Programa Académico de Doctorado en Educación

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA
EN LA EXPERIENCIA DOCENTE PARA DESARROLLAR LA
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA ESCOLAR

Tesis presentada por:

MÓNICA GLADYS CHAPILLIQUÉN RODRÍGUEZ

Código ORCID: 0000-0003-2431-8649

Para obtener el Grado de Académico de:
DOCTORA EN EDUCACIÓN

Línea de investigación: Enseñanza - aprendizaje

Asesora

Lucrecia Elizabeth Chumpitaz Campos

Código ORCID: 0000-0003-2454-8495

Lima – Perú

2023

Los miembros del jurado han aprobado el estilo y el contenido de la tesis sustentada por:

MÓNICA GLADYS CHAPILLIQUÉN RODRÍGUEZ

Lucrecia Elizabeth Chumpitaz Campos

Asesora: Nombre(s) y Apellidos

Rosario Guadalupe Alarcón Alarcón

Presidente de Jurado: Nombre(s) y Apellidos

María Jacqueline Solano Salinas

Miembro de Jurado 1: Nombre(s) y Apellidos

Herbert Robles Mori

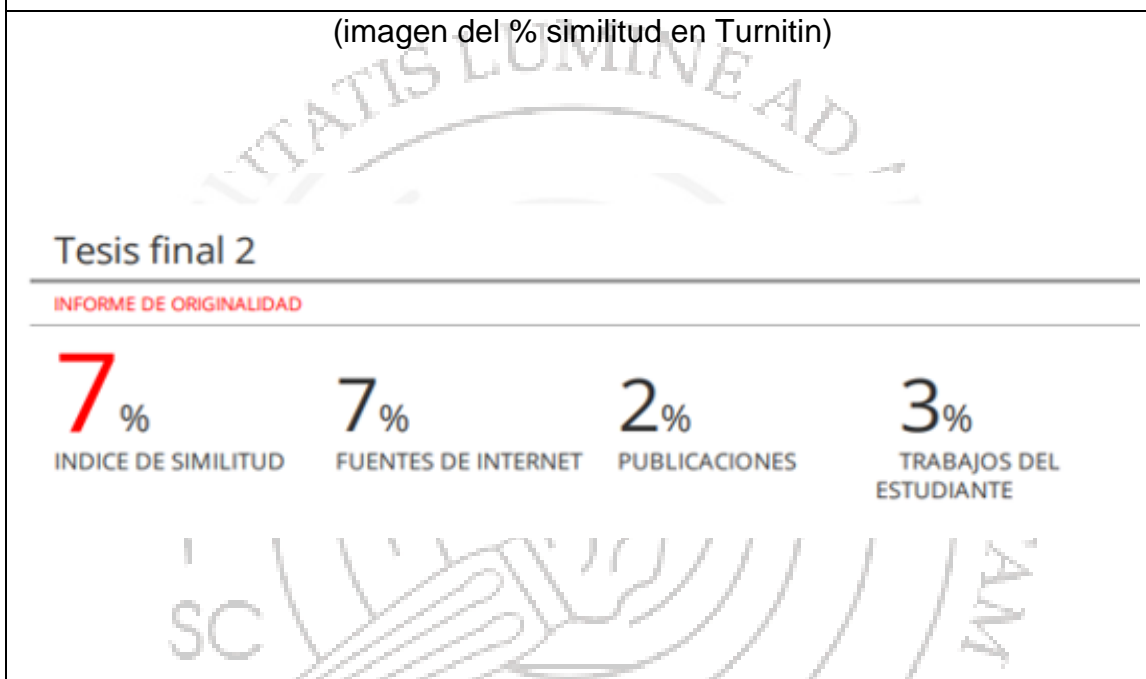
Miembro de Jurado 2: Nombre(s) y Apellidos

Dra. Rosario Guadalupe Alarcón Alarcón
Directora de la Escuela de Posgrado

Declaratoria de Originalidad del Asesor

Yo: Lucrecia Elizabeth Chumpitaz Campos docente de la Escuela de Posgrado y del Programa Académico de Doctorado en Educación, de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, asesora de la tesis titulada: Prácticas Científicas y Neurotecnología Educativa en la experiencia docente para desarrollar la argumentación científica escolar presentado por: Mónica Gladys Chapilliquén Rodríguez declaro que la investigación tiene un **índice de similitud de 7 %**, verificado en el software Turnitin:

(imagen del % similitud en Turnitin)



He revisado el informe de similitud y expreso que el porcentaje señalado está constituido por elementos irrelevantes, cumpliendo así con las normas establecidas por la Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

Lugar y fecha (dd-mm-aaaa)	Lima, 25 de octubre del 2022
Nombres y apellidos del asesor:	Lucrecia Elizabeth Chumpitaz Campos
ORCID:	0000-0003-2454-8495

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito explicar cómo las prácticas científicas y la neurotecnología educativa promueven el desarrollo de la argumentación científica según el modelo de Stephen Toulmin en estudiantes del VII ciclo de Educación Básica Regular. Dado que todo el proceso de investigación se realizó a partir de la reflexión sobre la experiencia de la docente investigadora, el estudio se considera bajo el paradigma sociocrítico, enfoque cualitativo, nivel explicativo, tipo sustantivo y diseño de investigación-acción. En ese sentido, se diseñaron y aplicaron cinco instrumentos: entrevista semiestructurada y guía de análisis de textos argumentativos aplicados a doce estudiantes; y guía de observación docente, guía de análisis de las sesiones de aprendizaje y diario reflexivo aplicados a la docente investigadora. Luego de dos iteraciones y tres triangulaciones de la información se concluye que existe una mejora en la redacción de textos argumentativos; no obstante, se hace necesario aplicar estrategias para la redacción de contraargumentos y el uso de calificadores modales para mejorar la calidad de las redacciones.

Palabras clave: prácticas científicas, neurotecnología educativa, argumentación científica escolar, investigación-acción educativa

ABSTRACT

The purpose of this research is to explain how scientific practices and educational neurotechnology promote the development of scientific argumentation based on Stephen Toulmin's model in students of VII cycle of Regular Basic Education. Since the entire research process was based on the research teacher reflection, the study is considered under the socio-critical paradigm, qualitative approach, explanatory level, substantive type, and action-research design. In this sense, five instruments were designed and applied: a semi-structured interview and an argumentative text analysis guide were applied to twelve students and a teacher observation guide, a learning lesson analysis guide and the reflective diary that were applied to the research teacher. After two iterations and three triangulations of the information, it is concluded that there is an improvement in the writing of argumentative texts. However, it is necessary to apply new strategies for writing counterarguments and the use of modal qualifiers to improve the quality of students' writings.

Key words: scientific practices, educational neurotechnology, school scientific argumentation, educational action-research

RECONOCIMIENTOS/DEDICATORIA

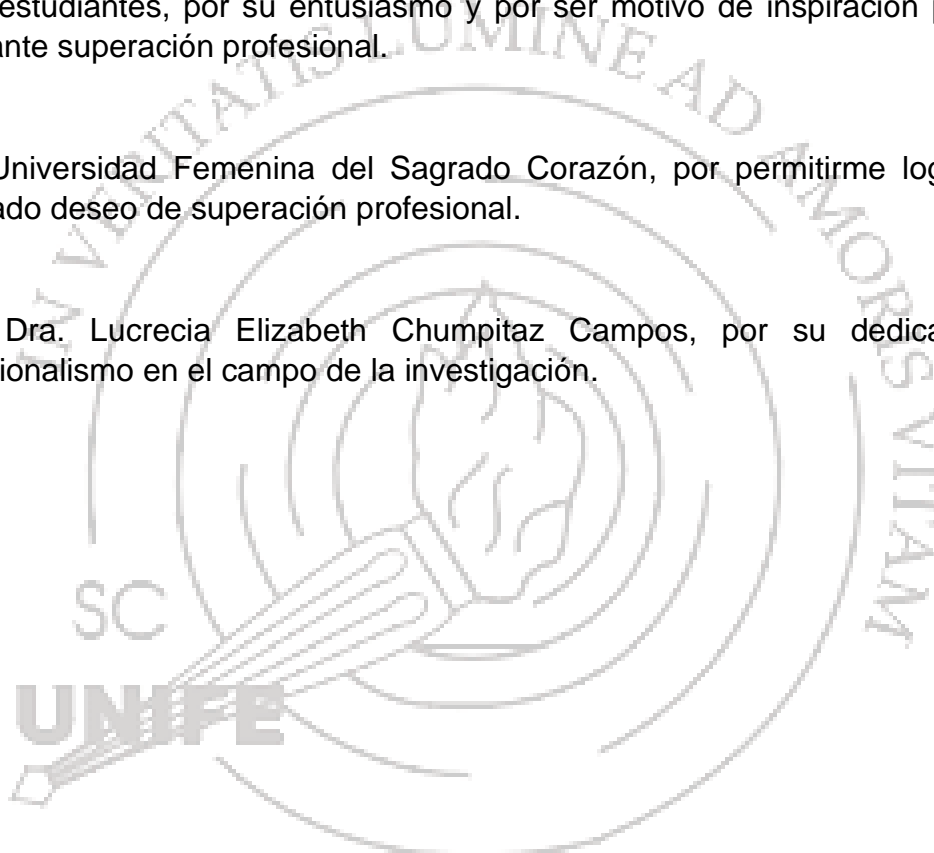
A Dios, por la vida, la salud y la paciencia que me fortalece cada día para continuar desempeñándome con vocación de servicio.

A mi madre querida, por acompañarme y alentarme hacia el logro de nuevos retos profesionales.

A los estudiantes, por su entusiasmo y por ser motivo de inspiración para mi constante superación profesional.

A la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, por permitirme lograr tan anhelado deseo de superación profesional.

A la Dra. Lucrecia Elizabeth Chumpitaz Campos, por su dedicación y profesionalismo en el campo de la investigación.



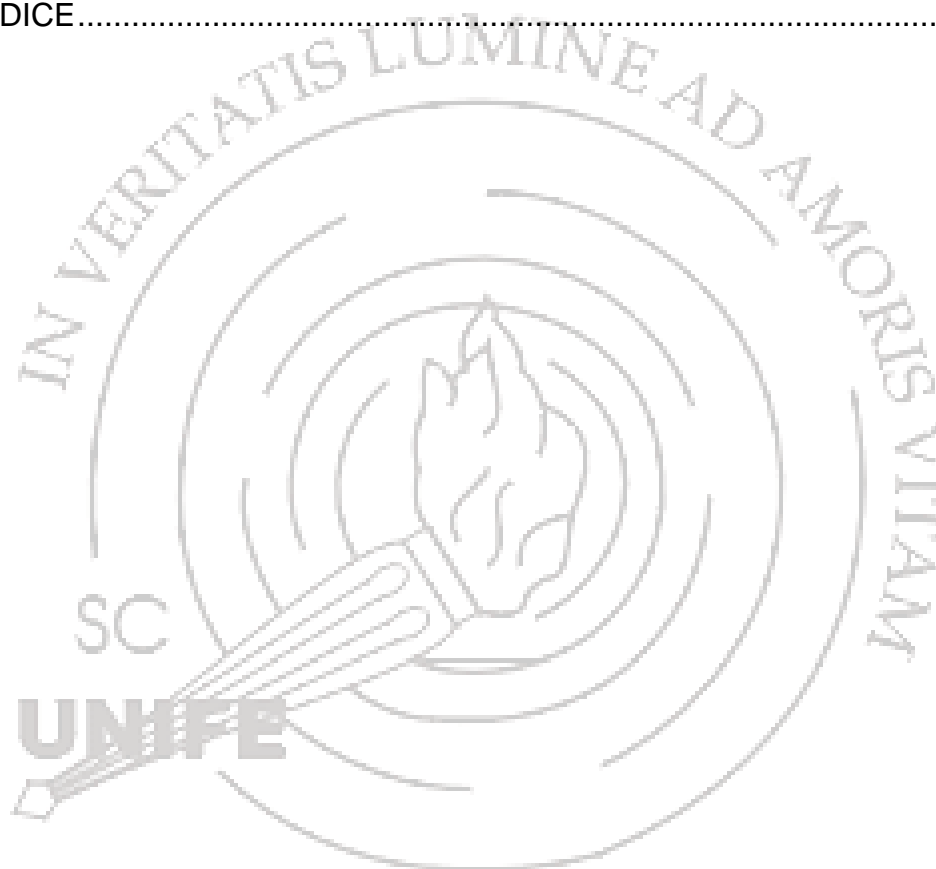
ÍNDICE

	Página
RESUMEN	4
RECONOCIMIENTOS/DEDICATORIA	5
ÍNDICE	6
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE FIGURAS	12
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.2 Justificación de la investigación	22
1.3 Delimitación y limitaciones de la investigación	25
1.4 Objetivos de la investigación	27
1.4.1 Objetivo general	27
1.4.2 Objetivos específicos	28
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	29
2.1 Antecedentes de la investigación	29
2.2 Bases teóricas	40
2.2.1 La argumentación científica en Educación Secundaria	40
2.2.1.1 Historia evolutiva del concepto de argumentación	43
2.2.1.2 Importancia del desarrollo de la argumentación	48
2.2.1.3 Factores que determinan una argumentación	50
2.2.1.4 Finalidad y objeto de la argumentación	52
2.2.1.5 Orientaciones para la redacción de los textos argumentativos	54
2.2.1.6 Modelos de argumentación escrita	56
2.2.2 Enfoque de las prácticas científicas para el desarrollo de la argumentación	67
2.2.2.1 Modelización	68
2.2.2.2 Indagación	75
2.2.2.3 Argumentación	79
2.2.2.4 Enseñanza de las ciencias basada en las prácticas científicas	86
2.2.3 Aporte de la neurotecnología educativa a las prácticas científicas	96
2.2.3.1 Aproximaciones conceptuales de neurotecnología educativa	99
2.2.3.2 Teorías neurocientíficas en la construcción del conocimiento	101
2.2.3.3 Nuevas metodologías para nuevos aprendizajes	106

	Página
2.2.3.4 Fundamentos tecnológicos	111
2.2.3.5 Herramientas tecnológicas que desarrollan habilidades superiores. .	114
2.3 Definición de términos	118
CAPÍTULO III: MÉTODO	121
3.1 Nivel, tipo y diseño de la investigación	121
3.2 Participantes.....	125
3.3 Categorías de investigación	127
3.4 Técnicas e instrumentos de recogida de datos	130
3.4.1 Matriz de operacionalización de la guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS).....	132
3.4.2 Matriz de operacionalización de la guía de observación docente (GOD)....	136
3.4.3 Matriz de operacionalización de la guía de análisis del diario reflexivo (GADR)	140
3.4.4 Matriz de operacionalización para la guía de entrevista (GE).....	144
3.4.5 Matriz de operacionalización para la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA)	148
3.5 Proceso de validación de los instrumentos.....	150
3.6 Proceso de recogida de información.....	153
3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	158
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	163
4.1 Primera iteración.....	165
4.1.1 Reflexión sobre la práctica docente	165
a.- Guía de análisis de los textos argumentativos: primera versión – (GATA)	166
b.- Árbol de problemas (AP).....	174
4.1.2 Planificación de actividades	175
a.- Árbol de objetivos (AO).....	176
b.- Plan de acción (PdA)	177
4.1.3 Acción – aplicación de instrumentos.....	181
a. Guía de la planificación de la sesión (GAPS)	181
a.1 Resultados de la guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje – 1ª iteración.....	183
b. Guía de observación docente (GOD) – 1ª iteración.....	188
b.1 Resultados de la guía de observación docente (GOD) – 1ª iteración	190
c.- Guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 1ª redacción.....	194

	Página
c.1 Resultados de la guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 1º redacción	196
4.1.4 Observación	207
a.- Primera triangulación (T1)	207
4.2 Segunda iteración	212
4.2.1 Planificación	212
4.2.2 Acción – aplicación de instrumentos	213
a.- Guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS)	213
a.1 Resultados de la guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS) – 2ª iteración	215
b. Guía de observación docente (GOD) – 2ª iteración	220
b.1- Resultados de la guía de observación al docente – 2ª iteración	222
c.- Guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 2ª redacción	226
c.1 Resultados de la guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 2º redacción	228
4.2.3 Observación	240
a.- Segunda triangulación (T2)	240
4.2.3.1 Entrevista a los estudiantes (ENT)	245
a.- Resultados de las entrevistas a los estudiantes	247
4.2.4 Reflexión	267
a.- Tercera triangulación (T3)	267
b.- Guía de análisis de los textos argumentativos – 2ª versión (GATA)	274
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	294
5.1 Reflexión sobre los resultados obtenidos y teorización de la práctica pedagógica	294
5.1.1 Caracterización de la argumentación científica de los estudiantes (OE1).	294
5.1.2 Caracterización de las sesiones de aprendizaje que estaban orientadas al desarrollo de la argumentación científica en los estudiantes (OE2).	296
5.1.3 Plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica escolar (OE3).	299
5.1.4 Observación y análisis de las actividades realizadas según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica en estudiantes (OE4)	303

	Página
5.1.5 Reflexión sobre el desarrollo de la argumentación científica de los estudiantes luego de aplicación del plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa (OE5).....	315
5.1.6 Propuesta de mejora para desarrollar la argumentación científica escolar (OE6).	329
5.2 Desarrollo de la argumentación científica según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa (OG).	330
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	333
REFERENCIAS.....	337
APÉNDICE.....	344



LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Marco analítico de Zohar y Nemet (2002).....	62
2. Clasificación de las herramientas digitales cognitivas.....	116
3. Población de estudiantes del VII ciclo de educación secundaria.....	125
4. Muestra de estudiantes del 3er y 5to grado de Educación Secundaria.....	126
5. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de la muestra.....	126
6. Definición operacional de las categorías de estudio y sus respectivas subcategorías e instrumentos.....	129
7. Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.....	132
8. Matriz de operacionalización de la guía de análisis de la planificación de la sesión de clase (GAPS).....	133
9. Matriz de operacionalización de la guía de observación docente (GOD)....	137
10. Matriz de operacionalización de la guía de análisis del diario reflexivo (GADR).....	141
11. Matriz de operacionalización de la guía de entrevista estudiantes (GE)....	145
12. Matriz de operacionalización de la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA).....	149
13. Observaciones realizadas por los expertos y toma de decisiones.....	151
14. Cronograma de ejecución de las sesiones de aprendizaje de 3ero. de secundaria.....	155
15. Cronograma de ejecución de las sesiones de aprendizaje de 5to. de secundaria.....	156
16. Caracterización de la versión inicial de los textos argumentativos – P.1 ...	166

	Página
17. Caracterización de la versión inicial de los textos argumentativos – P.2....	167
18. Plan de acción.....	177
19. Procesamiento y organización de la data de la GAPS – 1º iteración.....	182
20. Procesamiento y organización de la data de la GOD – 1ª iteración.....	189
21. Matriz de la primera triangulación.....	208
22. Procesamiento y organización de la data de la GAPS – 2ª iteración.....	214
23. Procesamiento y organización de la data de la GOD – 2ª iteración.....	221
24. Matriz de la segunda triangulación.....	241
25. Matriz de la tercera triangulación.....	268
26. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 1.....	275
27. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 2.....	276
28. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 3.....	277
29. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 4.....	278
30. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 5.....	279
31. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 6.....	280
32. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 7.....	281
33. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 8.....	282
34. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 9.....	283
35. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 10.....	284
36. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 11.....	285
37. Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 12.....	286

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modelo argumentativo de Toulmin.....	45
2. Factores que condicionan una argumentación.....	50
3. Esquema de texto argumentativo según Toulmin (1993).....	58
4. Superestructura argumentativa de Van Dijk (1978).....	59
5. Relación entre razonamiento, teoría y argumento en el proceso de desarrollo de ideas científicas.....	60
6. Prototipo de secuencia argumentativa según Adam (1992).....	61
7. Evaluación de una muestra - modelo de Kelly y Takao (2002).....	63
8. Elementos del argumento hipotético – deductivo por Lawson (2003).....	64
9. Modelo de evaluación de argumentos según Sandoval (2003) y Sandoval y Milwood (2005).....	65
10. Estructura argumental según modelo de Schwarz et al (2003).....	66
11. Clasificación de los modelos según Chamizo.....	69
12. Ciclo de modelización.....	72
13. Componentes de la competencia de modelización.....	73
14. Tipos de enseñanza basada en la indagación.....	77
15. Ciclo de indagación.....	78
16. Esquema completo de un argumento.....	82
17. Ciclo de la formación de argumentos.....	84
18. Teoría del cerebro triuno.....	103
19. Teoría del cerebro total.....	104
20. Teoría de los hemisferios cerebrales.....	106

	Página
21. Recursos tecnológicos y habilidades de las practicas científicas.....	115
22. La espiral de ciclos del método de investigación – acción.....	124
23. Ruta de la aplicación de los instrumentos.....	154
24. Proceso de triangulación.....	161
25. Ruta de la presentación de resultados asociados a las etapas de la investigación-acción.....	163
26. Primera etapa de la primera iteración: reflexión.....	165
27. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Datos o hechos – versión inicial.....	168
28. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Justificación – versión inicial.....	169
29. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Fundamentos o apoyo – versión inicial.....	170
30. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Calificadores modales – versión inicial.....	171
31. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Refutaciones o excepciones – versión inicial.....	172
32. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Conclusión – versión inicial.....	173
33. Árbol de problemas.....	174
34. Segunda etapa de la primera iteración: planificación.....	175
35. Árbol de objetivos.....	176
36. Tercera etapa de la primera iteración: acción.....	181

37. Red semántica de los diarios reflexivos de la docente investigadora respecto a la categoría: Argumentación científica – 1ª redacción.....	195
38. Red semántica de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Prácticas científicas – 1ª redacción.....	199
39. Red semántica de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Neurotecnología educativa – 1ª redacción.....	202
40. Cuarta etapa de la primera iteración: observación.....	207
41. Primera etapa de la segunda iteración: planificación.....	212
42. Segunda etapa de la segunda iteración: acción.....	213
43. Red semántica a partir de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Argumentación científica – 2ª redacción.....	227
44. Red semántica a partir de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Prácticas científicas – 2ª redacción.....	231
45. Red semántica a partir de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Neurotecnología educativa – 2ª redacción.....	234
46. Tercera etapa de la segunda iteración: observación.....	240
47. Ubicación de las entrevistas a estudiantes en la segunda iteración.....	245
48. Red semántica a partir de las entrevistas realizadas a los estudiantes respecto a la categoría: Argumentación científica.....	246
49. Red semántica a partir de las entrevistas realizadas a los estudiantes respecto a la categoría: Prácticas científicas.....	252
50. Red semántica a partir de las entrevistas realizadas a los estudiantes respecto a la categoría: Neurotecnología educativa.....	257
51. Proceso de la tercera triangulación.....	267

	Página
52. Cuarta etapa de la segunda iteración: reflexión.....	274
53. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Datos o hechos – versión final.....	287
54. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Justificación – versión final.....	288
55. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Fundamentos o apoyo – versión final.....	289
56. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Calificadores modales -versión final.....	290
57. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Refutaciones o excepciones – versión final.....	291
58. Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Conclusión – versión final.....	292
59. Red semántica de las lecciones aprendidas.....	328

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos indispensables para realizar una innovación es reflexionar sobre los procesos realizados para alcanzar los objetivos propuestos. La actividad docente puede innovarse y definitivamente, todo docente lo realiza a partir de la revisión y evaluación de las estrategias de enseñanza con la finalidad de desarrollar, de manera más eficiente, las competencias en sus estudiantes. Al final de una jornada de trabajo, semana, bimestre o año, los docentes, individual o colectivamente, evalúan los resultados de las planificaciones desarrolladas.

Este fue el motivo por el cual la docente investigadora decidió reflexionar sobre su propia experiencia educativa con el propósito de explicar de qué manera el desarrollo de las sesiones de aprendizaje, según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa, pueden mejorar la argumentación en sus estudiantes siguiendo el modelo propuesto por Stephen Toulmin. Para ello, realizó dos iteraciones, siguiendo las etapas de la investigación-acción educativa según Kemmis, y tres triangulaciones con la información obtenida luego de aplicar los siguientes cinco instrumentos: una entrevista semiestructurada a los estudiantes, una guía de análisis de textos argumentativos, una guía de observación docente, una guía de análisis de las sesiones de aprendizaje y el diario reflexivo.

El presente estudio consta de seis capítulos: el primero, referido al problema de la investigación, en el que se plantea el problema, la justificación y los objetivos de estudio; el segundo, referido al marco teórico, en el que se detallan los antecedentes nacionales, internacionales y bases teóricas de las categorías de estudio; el tercero, que corresponde al método, en el que se

describe el nivel, tipo y diseño de la investigación, así como las matrices de los instrumentos, proceso de validación y técnicas de procesamiento de la información; el cuarto; referido a los resultados; en el que se describen las dos iteraciones y las tres triangulaciones en el marco del diseño de la investigación-acción educativa; el quinto, referido a la discusión de resultados, en el que se contrastan los referentes teóricos con los resultados obtenidos y; finalmente, en el capítulo seis se presentan las conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el siguiente apartado se desarrollan el planteamiento del problema, la justificación de la investigación, la delimitación y las limitaciones, así como los objetivos de la investigación.

1.1 Planteamiento del problema

Todos los descubrimientos, invenciones e innovaciones que constituyen los avances tecnológicos son producto de una paciente y perseverante aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas; y esto pasa necesariamente por el estudio de las Ciencias Naturales. Un país que aspira al desarrollo científico y tecnológico debe contar con políticas educativas que refuercen, entre otros aspectos, el desarrollo de las competencias científicas desde la escuela. De esta manera, los futuros ciudadanos serán capaces de proponer alternativas de solución a los problemas identificados en su comunidad, utilizando los conocimientos científicos y tecnológicos al servicio de la sociedad.

En efecto, en la Conferencia Mundial sobre la ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) y el Consejo Internacional de la Ciencia (ICSU), los países participantes firmaron la Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico y programa en pro de la ciencia. En ella se determinó que la enseñanza de la ciencia y la tecnología es un imperativo estratégico. En consecuencia, fue necesario que en nuestro país se planteen nuevos propósitos que pongan énfasis en la enseñanza de la ciencia y la tecnología (Ministerio de Educación, [Minedu], 2015).

Una persona que explica y argumenta los fenómenos de su entorno, hace uso del pensamiento científico, el cual se manifiesta desde la niñez y se va consolidando durante la etapa escolar. En este periodo, los estudiantes participan de actividades retadoras en las que contrastan sus creencias con nuevas evidencias e información obtenidas de un proceso de indagación. Esta forma de aprendizaje, en el que se desarrollan competencias incluso mediado por la tecnología, requiere del acompañamiento de un educador con la preparación adecuada, que oriente este proceso hacia la construcción del conocimiento antes que a su reproducción (Aparicio, 2018). En ese sentido, las prácticas científicas, en el contexto educativo, consideran a la argumentación como una competencia que logra el estudiante luego de pasar por varias etapas, entre ellas, formular preguntas, utilizar modelos explicativos, diseñar indagaciones, analizar e interpretar datos y comunicar sus resultados (*National Research Council*, [NRC], 2012; Osborne, 2014).

Sin embargo, a pesar de las diversas innovaciones curriculares, los niveles de comprensión de los conocimientos científicos alcanzados por estudiantes, que finalizan la enseñanza obligatoria, son desalentadores en la mayoría de los países de América Latina y El Caribe porque, en los resultados de ciencias, se encuentran por debajo de la línea base establecida en las evaluaciones internacionales. Según los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA, *Programme for International Student Assessment*) aplicada en el 2018, el Perú se ubica a seis puntos de la línea base o medida promedio (404 – 410), siendo el nivel 2 la línea base para todas las áreas evaluadas. Esto significa que el 54% de la muestra de estudiantes evaluados alcanzan el nivel 1, el más bajo; el 29% se encuentra en

el nivel 2, el 13,2% se ubica en el nivel 3, el 3,1% llega al nivel 4, el 0,2% alcanza el nivel 5 y ningún estudiante se encuentra en el nivel 6. Si bien existen mejoras respecto a la evaluación aplicada en el 2015, cuya diferencia es de +7,5 puntos, es necesario realizar esfuerzos para alcanzar los estándares deseados (Minedu, 2018).

Por otro lado, en el Perú, luego de aplicar la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) a estudiantes del 2° grado de secundaria de menores en el año 2019 y analizar los resultados en Ciencia y Tecnología, se obtiene que, de un total de 511 874 estudiantes, el 10,1 % se encuentra previo al inicio; el 43,8 % se encuentran en inicio; el 36,3 % se ubica en proceso y un 9,7 % se ubica en el nivel satisfactorio (Minedu, 2019). Los resultados son similares a los obtenidos en el 2018 por lo que se afirma que es necesario reforzar las estrategias educativas para todos los estudiantes, en especial, para aquellos que se ubican en los siguientes niveles: en proceso, en inicio y previo al inicio. Además, se concluye que los estudiantes que logran alcanzar un nivel satisfactorio pueden analizar el planteamiento de una hipótesis y seleccionar un diseño experimental, que le permita comparar los datos obtenidos con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis (Minedu, 2018).

Si bien en las evaluaciones PISA el énfasis se encuentra en “describir y explicar fenómenos científicos, interpretar evidencias y conclusiones científicas y manifestar su comprensión del proceso de investigación científica” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, [OCDE], 2006, p. 17), en algunos momentos se solicita al estudiante que elabore un texto en el cual emita su opinión. En él, deberá demostrar la comprensión de los conocimientos científicos y utilizarlos en la elaboración de textos argumentativos.

Por consiguiente, es preciso que todos los docentes reflexionen sobre las estrategias didácticas que vienen empleando en sus aulas para desarrollar la argumentación científica, con la finalidad de promover estudiantes con actitud crítica y reflexiva ante las situaciones relacionadas con la ciencia. Esta actitud les permitirá dar explicaciones basadas en la lógica, con argumentos sólidos y utilizando un lenguaje científico que se superpone a toda creencia, lo cual le permitirá convivir en sana armonía con los demás (Toulmin, 2007).

Además, es preciso reconocer que las nuevas generaciones se desenvuelven en una sociedad del conocimiento, propio de la era digital, en la cual los cambios tecnológicos ocurren en intervalos de tiempos cada vez más cortos. Esto genera que los estudiantes accedan a la información y se comuniquen por diferentes medios. Ante esto, se advierte una doble percepción por parte del docente y también por parte de la familia: el uso de la tecnología en el aula es amenaza y oportunidad de aprendizaje al mismo tiempo. Esto exige, sobre todo a los docentes, su pronta adaptación para integrar la tecnología a las actividades pedagógicas para el desarrollo de las competencias. En consecuencia, la educación reclama cada día más el uso de la tecnología con una intencionalidad pedagógica y tecnológica (Pradas, 2017) en la cual exista una adecuada interrelación entre la tecnología, pedagogía y programas de formación docente (Sousa, 2018) con la finalidad de potenciar el desarrollo de las prácticas científicas y las habilidades de pensamiento superior como la argumentación en los estudiantes.

Esta innovación pasa necesariamente por procesos de autorreflexión de las actuales prácticas docentes con el respaldo de diferentes disciplinas como la Neurodidáctica, la Psicología, entre otras; que ayuden a todos los maestros y

maestras a comprender los procesos de aprendizaje en un ecosistema probablemente distinto al de su formación inicial. Una consciente reflexión, en el marco de la investigación – acción, orientará la adaptación de estrategias de enseñanza basados en nuevas formas de pensamiento, para lo cual es evidente los nuevos roles del docente y del estudiante (Islas, 2021).

Considerando que estas reflexiones se realizan con un enfoque multidisciplinar, es preciso prestar atención a los aportes de la Neurociencia a la educación y en especial, la Neurotecnología educativa que surge como una disciplina emergente orientada a comprender la metodología que conlleva el uso de la tecnología en el neurodesarrollo personal y la adquisición de habilidades superiores (Pradas, 2017). Las nuevas propuestas metodológicas asumidas son una alternativa frente a la educación tradicional, una alternativa con fundamento científico que ayudará a mejorar el desarrollo de los procesos pedagógicos y alcanzar la calidad educativa.

Por lo expuesto anteriormente el problema de la investigación queda formulado así:

¿De qué manera las prácticas científicas y la neurotecnología educativa en la experiencia docente promueven el desarrollo de la argumentación científica en estudiantes del VII ciclo de Educación Secundaria de una institución educativa pública de la UGEL 03, Lima Metropolitana?

1.2 Justificación de la investigación

La importancia de la presente investigación se manifiesta en los siguientes criterios:

Según el criterio *práctico* en el aula, si se trabajan las sesiones de aprendizaje desde los enfoques de las prácticas científicas y de la

neurotecnología educativa, los estudiantes desarrollan su pensamiento crítico y elaboran argumentos científicos para explicar con bases teóricas los fenómenos que ocurren en su entorno. Esto responde a que la argumentación es uno de los objetivos de la educación científica (NRC, 2012) y una de las habilidades que se desarrollan con las prácticas científicas (Osborne, 2014). El manejo de argumentos elaborados en base a los conocimientos y vocabulario científico procedente de sus indagaciones contribuye con el enfoque del área de Ciencia y Tecnología que es la indagación y alfabetización científica y tecnológica (Minedu, 2016). De igual manera, la presente investigación constituye un referente teórico y práctico para los docentes de otras áreas curriculares y niveles educativos, ya que el uso de la tecnología y el desarrollo de la argumentación científica son competencias transversales (Minedu, 2016) trabajados con diferente grado de dificultad a lo largo de la Educación Básica.

De acuerdo con el criterio *teórico*, a nivel de docentes, el estudio brinda el marco conceptual que la neurotecnología educativa aporta a la educación con la finalidad de que comprendan y diseñen sesiones de aprendizaje significativas integrando de manera pertinente los recursos tecnológicos. Para ello, deben comprender que los procesos de aprendizaje, si bien responden a la activación de la motivación, atención, memoria y emociones; también responden a nuevas adaptaciones del cerebro producto de su plasticidad cerebral (Demera y López, 2020). En ese sentido, el conocimiento de estos aportes sumado al dominio de su materia les evitará caer en creencias o neuromitos que acentúen la brecha entre neurociencia y educación con la consecuente deficiencia en la calidad educativa (Vargas, 2019).

Asimismo, ya que se pretende desarrollar un estudio de tipo cualitativo en la línea de la investigación - acción, su aporte desde el criterio *institucional*, se traduce en el inicio de una reflexión permanente sobre las prácticas pedagógicas. A partir de una reflexión oportuna y sostenida, se busca sensibilizar a los docentes para que reconozcan la necesidad de adecuar sus procesos didácticos integrando nuevas estrategias de enseñanza acorde con el desarrollo evolutivo del estudiante, con los avances tecnológicos y con las demandas del contexto actual.

Desde el punto de vista *metodológico*, la investigación fortalece las competencias investigativas de la docente investigadora al aplicar las etapas de la investigación - acción que son: planificación, acción, observación y reflexión. Un análisis profundo y reflexivo de las estrategias didácticas utilizadas para desarrollar las competencias en los estudiantes conduce a una autoevaluación y crítica constructiva permanente y a la generación de conocimiento científico.

En relación con el criterio *científico*, los hallazgos y las conclusiones de la presente investigación sirven como referente a futuras investigaciones, sobre todo para el desarrollo de la argumentación científica a través de prácticas científicas y la neurotecnología educativa y que pueden ser ejecutadas en entornos presenciales o semipresenciales dada la coyuntura mundial de la emergencia sanitaria.

Por otro lado, los resultados de la presente investigación benefician a los docentes a mediano y largo plazo en el sentido de que se promueve la autorreflexión y transformación de la propia práctica pedagógica según el enfoque de la investigación-acción. Esto permite realizar una evaluación del aprendizaje en la cual se identifican fortalezas y debilidades para la toma de

decisiones. Asimismo, el beneficio para los estudiantes a mediano y largo plazo es también la autorreflexión, pero esta vez enfocada a una evaluación para el aprendizaje, en la cual se busca que ellos reflexionen sobre sus procesos seguidos en el desarrollo de las competencias.

Finalmente, la presente investigación puede favorecer a docentes interesados de otras instituciones educativas, motivados a innovar constantemente su trabajo pedagógico. Del mismo modo, a entidades como el Ministerio de Educación y sus órganos intermedios, dado que la metodología de la investigación-acción permite investigar sobre el propio ejercicio docente y aportar a la ciencia desde una práctica reflexiva y en cualquiera de sus niveles educativos.

1.3 Delimitación y limitaciones de la investigación

La presente investigación se desarrolló en un contexto de educación a distancia siguiendo la estrategia “Aprendo en Casa” dispuesta por el Minedu en el marco de la emergencia sanitaria producto del *Coronavirus Disease - 19* (COVID-19). En ella se describen las experiencias de la docente investigadora, quien desarrolló la argumentación científica en los estudiantes del 3ero y 5to grado de Educación Secundaria de una Institución Educativa pública de la UGEL 03 de Lima Metropolitana. Esto se realizó porque se decidió potenciar la práctica docente con relación a dos categorías de estudio y para que los estudiantes alcancen el estándar del séptimo ciclo correspondiente a dos de las tres competencias del área de Ciencia y Tecnología.

Asimismo, en un contexto presencial, se puede decir que se cuenta con ambientes como el laboratorio de ciencias con materiales y equipos para biología, química y física, el jardín escolar con una caseta meteorológica y el

Aula de Innovación Pedagógica (AIP). Además, se pueden realizar visitas de estudio a instituciones cercanas como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), el Museo de Historia Natural y otros a los que es necesario el traslado en movilidad.

Sin embargo, existen limitaciones en cuanto al equipamiento del AIP y al uso de las áreas verdes porque son escasas. A pesar de ello, la docente realiza el mayor esfuerzo por desarrollar las habilidades científicas en los estudiantes a través de un trabajo creativo y dinámico. Debido a su constante actualización profesional, reconoce la importancia del trabajo por proyectos, la integración pedagógica de los recursos tecnológicos, la influencia de estos recursos en la forma de aprender de los adolescentes, la expresión de los estudiantes según sus estilos de aprendizaje, la aplicación de la indagación científica, entre otras estrategias didácticas.

No obstante, muchas veces la dinámica de trabajo escolar, sobre todo la experimental, concluye con la presentación de la secuencia trabajada de forma escrita, grupal o en una exposición superficial de los hallazgos sin promover la argumentación científica oral o escrita, lo cual limita a los estudiantes a alcanzar el estándar deseado para las competencias del área.

Respecto a la realización de la investigación, las limitaciones más evidentes fueron el escaso número de estudiantes con acceso a internet desde sus domicilios y el desarrollo de las sesiones de aprendizaje en forma virtual como producto de la situación del aislamiento social a causa de la COVID-19 iniciado en marzo del 2020. Igualmente, otra limitación fue la situación de permanencia en el grado o traslado de estudiantes a otras instituciones educativas, durante el año escolar y la inquietud que tuvieron los padres de

familia de considerar que, si sus menores hijos(as) participaban de la investigación, les restaría tiempo para cumplir con las tareas de otras áreas, lo cual se manifestó en la negación a aceptar el consentimiento informado.

Del mismo modo, otra de las limitaciones fueron los diferentes ritmos de aprendizaje de los estudiantes, lo cual implicó en la mayoría de las veces, realizar varias retroalimentaciones para que puedan continuar con el proceso de indagación y/o de redacción de los textos argumentativos, abarcando más tiempo de lo previsto en la planificación. Si bien esta limitación se observa en el trabajo presencial, durante las sesiones de clase a distancia fueron aún más evidentes.

El presente estudio se desarrolló entre los meses de agosto y diciembre del 2021 atendiendo a dos de las tres competencias del área que son: *indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.*

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Explicar cómo las prácticas científicas y la neurotecnología educativa en la experiencia docente promueven el desarrollo de la argumentación científica en estudiantes del VII ciclo de Educación Secundaria de una institución educativa pública de la UGEL 03, Lima Metropolitana.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las características de la argumentación científica de los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria.
- b. Determinar las características de las sesiones de aprendizaje aplicadas por la docente investigadora orientadas a desarrollar la argumentación científica en los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria.
- c. Diseñar un plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica de los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria.
- d. Observar y analizar la ejecución de las acciones según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica en estudiantes del VII ciclo de educación secundaria.
- e. Reflexionar sobre el desarrollo de la argumentación científica de los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria como resultado de la aplicación del plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa.
- f. Proponer acciones de mejora luego de una reflexión en base al plan de acción desarrollado con los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se desarrollan los fundamentos teóricos de la investigación partiendo de la descripción de los hallazgos en investigaciones, nacionales e internacionales, relacionadas con las categorías de estudio, continuándose con el desarrollo de estas y la conceptualización de los términos principales que ayudarán a la comprensión de la investigación.

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan las investigaciones relacionadas con las categorías de estudio considerando el criterio de procedencia: internacional y nacional.

A nivel internacional

Antecedentes relacionados a ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA

Probosari, Widyastuti, Sajidan, Suranto, y Prayitno (2019) en su investigación cualitativa, con diseño de investigación en el aula, acerca del estilo de la argumentación de estudiantes mediante la lectura científica tuvieron como propósito estudiar cómo se involucran los estudiantes en la práctica de la argumentación como parte de la comunicación científica y su efecto en la calidad de sus argumentos. El estudio fue realizado con 30 estudiantes, 23 mujeres y 7 varones, del segundo grado de educación en Biología de una universidad estatal de Java central, Indonesia, a quienes se aplicó el método de la Investigación Científica basada en la lectura (SRbl). Se analizó la calidad de la argumentación escrita, las apreciaciones luego de una entrevista estructurada y las calificaciones del docente. Se concluyó que la argumentación de los estudiantes

fue favorecida por la lectura lo que se evidenció en la citación de la literatura revisada.

Nurinda, Sajidan y Prayitno (2018) en su investigación orientada a la mejora de las habilidades de argumentación científica aplicando un módulo basado en el enfoque del Aprendizaje basado en Problemas (ABP) tuvieron como propósito describir la efectividad de este enfoque en las habilidades de argumentación científica. Esta investigación de diseño cuasi experimental fue realizada en Indonesia con estudiantes del nivel secundaria del décimo grado a quienes se les aplicó las pruebas escritas y fichas de observación. Para ello se utilizó la rúbrica de puntuación de la habilidad de argumentación científica cuyos resultados se probaron con la prueba T- independiente. Los resultados mostraron una mejora de las habilidades de argumentación científica en el grupo al cual se aplicó el módulo. El mayor porcentaje se obtuvo en el aspecto de refutación (27,27%) seguido de evidencia (26,06%), razonamiento (23,94%); sin embargo, el aspecto de reclamo aumentó en 20,61%. Por otro lado, a través de los resultados de la prueba T – independiente se evidenció que existe una diferencia significativa entre los resultados entre el pretest y el post test en el grupo experimental. Por lo que se concluyó que el módulo basado en el ABP fue efectivo ya que mejoró las habilidades de argumentación científica en los estudiantes.

Faelt, Samiphak y Pattaradilokrat (2018) desarrollaron una investigación de diseño cuasi experimental cuyo propósito fue averiguar la eficacia de la instrucción basada en cuestiones sociocientíficas en el desarrollo de la capacidad de argumentación y conocimiento de la biología. Se trabajó con estudiantes del décimo grado de primaria de una escuela de la provincia de

Buriram, Tailandia con el tema de sistema digestivo. Para ello se diseñó cuatro planes para la instrucción basada en cuestiones sociocientíficas y basada en la indagación. En la investigación se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos referidos a las entrevistas para verificar la capacidad de argumentación de los estudiantes y referidos a los cuestionarios de opción múltiple para verificar el aprendizaje de los conceptos biológicos. Utilizando medidas de tendencia central (media aritmética, porcentaje y desviación estándar) y la prueba t se obtuvo como resultado que no existe diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo de control respecto a las puntuaciones medias de la capacidad de argumentación. Por el contrario, si existe diferencia significativa entre ambos grupos respecto a las puntuaciones medias de los conceptos adquiridos en biología. En consecuencia, la instrucción basada en cuestiones sociocientíficas puede ser utilizada para mejorar el aprendizaje de los conceptos de biología.

Chitnork y Yuenyong (2018) desarrollaron una investigación cualitativa en la cual, las argumentaciones de 45 estudiantes de una escuela de Tailandia fueron interpretadas según el Patrón de Argumentación de Toulmin (TAP) el cual consta de seis componentes: datos, reclamos, garantías, calificadores, refutaciones y respaldo. Las evidencias que se interpretaron fueron textos argumentativos escritos, cuestionarios, redacción de diarios y observación de clase. Los resultados evidenciaron que los estudiantes mejoraron sus patrones de argumentación respecto a los que ya tenían antes de iniciar la investigación.

Antecedentes relacionados a ARGUMENTACIÓN Y PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

Grant (2018) en su investigación doctoral tuvo como primer propósito analizar la forma en que los estudiantes y el docente desarrollan las

competencias de las prácticas científicas y su impacto en la calidad del aprendizaje basado en la indagación. El segundo propósito fue diseñar un plan de acción para hacer sostenible la enseñanza a través del enfoque de indagación centrada en el estudiante, el cual tendría un impacto en el nivel de aprendizaje de las ciencias. Siguiendo el diseño de investigación acción, los participantes fueron: la investigadora y 17 estudiantes de primer grado de una Escuela Primaria del Bachillerato Internacional (IEPEP) en Carolina del Sur, Estados Unidos. La investigadora, durante ocho sesiones, exploró cómo los estudiantes interactuaron y experimentaron las prácticas científicas para generar argumentos utilizando evidencias que provienen del análisis de datos.

Deng y Wang (2017) realizaron una investigación sobre la evaluación de la competencia de argumentación científica en el contexto de la química en estudiantes chinos. La investigación de tipo mixta se aplicó a 578 estudiantes (304 varones y 274 mujeres) y tuvo como propósito evaluar el desempeño de los estudiantes chinos en la argumentación científica escrita en el contexto del aprendizaje de la química. Para tal fin, se diseñaron cinco tareas destinadas a evaluar la competencia en los siguientes criterios de evaluación de contenido: presentar reclamaciones, pruebas, justificaciones y refutar argumentos. Además, para cada tarea se construyeron los siguientes criterios de evaluación de desempeño: estructura del argumento, calidad de contenido, la lógica de la justificación y el lenguaje. A partir de los resultados de la investigación se evidenció que la competencia de argumentación científica escrita alcanzada por los estudiantes es baja observándose que los estudiantes pueden presentar reclamaciones y pruebas con mayor facilidad que las justificaciones y reclamaciones. De la misma manera, las actividades o tareas asignadas

influyeron en el desempeño de la argumentación científica escrita. Finalmente, el género no tuvo influencia en el logro de la competencia; no obstante, el nivel educativo fue un factor determinante.

Antecedentes relacionados a ARGUMENTACIÓN Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA

Pallares, Bächtold y Munier (2020) realizaron una investigación sobre el desarrollo de habilidades argumentativas en relación con temas socio científicos, a partir de textos digitales en la plataforma AREN, en lugar de promoverlo a partir de preguntas. El estudio, realizado en una escuela secundaria en Montpellier, Francia, estuvo dirigido a 259 estudiantes del nivel secundaria en la que 10 docentes (6 mujeres y 4 varones) desarrollaron 10 sesiones de aprendizaje que cubrieron las diferentes áreas curriculares. En total se realizaron 16 debates de 1 hora a 1 hora y media de duración y en semigrupos. Los resultados de la investigación muestran que los estudiantes generan preguntas significativas para ellos mismos a partir de las lecturas. Sin embargo, no se observan mejoras significativas respecto al desarrollo de las habilidades argumentativas.

Wallon, Jasti, Lauren y Hug (2018) desarrollaron una investigación basada en el diseño en la cual estudiaron el uso de un programa de juego en computadora para favorecer la argumentación científica con énfasis en el reclamo, la evidencia y el razonamiento. Se trata de una investigación de estudio de caso en el cual se eligió a una docente según los siguientes criterios: asistencia a talleres de desarrollo profesional, primera docente que usa el juego en computadora en sus sesiones de aprendizaje de biología y uso de la estrategia por dos años consecutivos y con dos iteraciones. La investigación se realizó en una escuela pública de una zona urbana de Midwest, Estados Unidos

en la que participaron 115 estudiantes del undécimo y duodécimo grado (46 varones y 69 mujeres) para la primera aplicación y 84 estudiantes (27 varones y 57 mujeres) para la segunda aplicación. En la investigación, los textos argumentativos fueron evaluados mediante una rúbrica de McNeill y Krajci (2012) según el criterio de reclamo, evidencia y razonamiento (CER) que fue adaptado del modelo de Toulmin (1958) con la finalidad de que sea más accesible a los docentes. Los resultados obtenidos evidenciaron que los puntajes alcanzados en la segunda iteración fueron significativamente más altos que en la primera iteración por lo que se deduce que los estudiantes pueden aprender a argumentar científicamente a través del aprendizaje basado en juegos ayudados por instrucciones explícitas del docente y el apoyo de materiales.

Benavides e Izquierdo (2016) desarrollaron una investigación cuasi experimental, sobre un Diseño instruccional para argumentación científica en línea cuyo propósito fue evaluar la efectividad de la enseñanza de los procesos estructurados de argumentación en el desarrollo de la argumentación científica de estudiantes que participaron de un curso virtual sobre Biotecnología en la Universidad de Nariño, Colombia. Para evaluar la competencia argumentativa se utilizó un instrumento que mide la argumentación dialógica en línea (Clark y Sampson, 2008) que consta de tres categorías: estructura argumentativa según la propuesta de Toulmin, calidad de la argumentación y nivel de oposición al que llega el grupo según Clark y Sampson. La estrategia fue aplicada a 60 estudiantes de un total de 90 estudiantes de Ingeniería de Alimentos que participan del curso virtual de Biotecnología sin considerar género y ubicación geográfica. La muestra fue determinada mediante procedimiento aleatorio simple y fueron distribuidos en dos grupos de 30 estudiantes cada uno: uno

experimental y el otro de control. Los resultados que se obtuvieron fueron que el 60% de estudiantes del grupo experimental utilizó todas las categorías argumentativas de Toulmin; mientras que, ningún estudiante del grupo de control obtuvo un nivel de estructuración con todas las categorías. Por lo que, la enseñanza explícita de procesos estructurados de argumentación provoca mejor desempeño en el foro de trabajo colaborativo, en aspectos como nivel de calidad de los argumentos y nivel de oposición.

Buriticá, Fernández y Upegui (2015) en su investigación cualitativa realizada tuvo como propósito caracterizar los argumentos de los estudiantes de la Educación Básica durante el desarrollo de situaciones didácticas mediadas por el uso pedagógico de las aplicaciones web 2.0. En esta investigación educativa en el aula participaron 65 estudiantes del 5° y 7° grado, de una institución educativa pública de la ciudad de Medellín, Colombia a quienes durante 5 meses se les aplicó un proyecto de aula. Se obtuvieron argumentos a partir de las participaciones en los foros virtuales, la producción de textos digitales, las discusiones orales y las pruebas escritas y orales. Para identificar los tipos de argumentos escolares, orales y escritos, se diseñó una matriz de 12 categorías y 20 indicadores en base a la teoría pragmatialéctica de Van Eemereny Grootendorst y el pensamiento crítico de Weston. Se analizaron 10 textos multimodales, 02 foros virtuales, 03 pruebas escritas, 03 pruebas orales y 01 discusión oral. Los resultados del análisis fueron presentados en un diagrama de calor, en el que el tono más oscuro representa el mayor valor y el tono más claro representan los valores menores respecto a la recurrencia de los argumentos encontrados. Como resultado se obtuvo que las argumentaciones únicas, múltiples y coordinadas por causalidad fueron las más frecuentes en el

5º grado. En el 7º grado, los resultados fueron similares; sin embargo, resaltan los argumentos múltiples coordinados y subordinados por ejemplificación. Asimismo, en los ambientes de aprendizaje favorecidos por el uso de la tecnología también se presenta una variedad de argumentos. En conclusión, a pesar de que los estudiantes aún tienen dificultad para conocer y usar la estructura gramatical de un argumento, ellos pueden manifestar ideas que defienden o rechazan situaciones que enfrentan a diario. La relación entre la capacidad de argumentación y el uso de aplicaciones de la web 2.0 es a nivel teórico y didáctico, y responde a acciones totalmente intencionadas. Además, la presencia de diferentes tipos de argumentos es producto del estímulo de los medios virtuales.

Antecedentes relacionados a PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA

López, Grimalt-Álvaro y Couso (2018) en su investigación realizada describieron y analizaron la efectividad de la pizarra digital interactiva en la enseñanza aprendizaje de las ciencias en secundaria desde el enfoque de la práctica científica, enfatizando en la modelización y la indagación. El estudio cualitativo de diseño longitudinal se realizó en el marco del proyecto REVIR (Realidad-Virtualidad) dirigido a estudiantes y docentes de ESO y Bachillerato en la Universidad Autónoma de Barcelona, España. En los talleres se desarrollaron innovaciones educativas que movilizaron las habilidades de la modelización y la indagación. En esta investigación se analizaron 20 talleres de física, química y biología dirigidos a 25 estudiantes por taller, con edades entre 13 y 17 años. Las habilidades analizadas en el estudio fueron: explorar modelos iniciales, diseñar experimentos, realizar predicciones e hipótesis, recoger y

analizar los datos experimentales y elaborar modelos a nivel grupal. Luego de analizar diversos episodios seleccionados en los talleres se concluyó que el uso de la pizarra digital interactiva (PDI) no implica enseñar mejor ni que los estudiantes aprendan, más ni mejor, a pesar de los niveles motivacionales que ocasiona su presencia en el aula. Además, su uso es aplicable a cualquier área del currículo con los propósitos establecidos para cada una de ellas. Una conclusión importante es que los docentes deben saber cuándo y cómo deben utilizar la PDI en el aula de ciencias.

Crujeiras-Pérez y Cambeiro (2018), en su investigación realizada describió una experiencia orientada a analizar los desempeños relacionados a la indagación cooperativa. La investigación se realizó con nueve estudiantes del 4° de ESO en España, en la asignatura de Ciencias aplicadas que presentan dificultades con el aprendizaje de las ciencias y con los procesos de la indagación. Los desempeños de los estudiantes fueron evaluados con una rúbrica cuyos criterios correspondieron a las cuatro etapas de la actividad asignada y una relacionada a la forma de trabajo: preparación, experimentación y toma de datos, comunicación de resultados, análisis y establecimiento de conclusiones y trabajo cooperativo. Todos los criterios se evaluaron con tres niveles de desempeño. Los resultados muestran bajos niveles de desempeño en los grupos, específicamente en preparación o planificación de la investigación y en el establecimiento de las conclusiones.

A nivel nacional

Antecedentes relacionados a ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA

Vargas (2018) en una investigación de tipo sustantiva y diseño descriptivo simple, se propuso determinar el nivel de desarrollo de la competencia

argumentativa escrita en estudiantes de la facultad de Educación, de la Universidad de Chupaca, Huancayo, Perú. Para ello realizó una valoración de 60 textos argumentativos escritos utilizando una lista de cotejo de 20 preguntas. Luego de la valoración se obtuvo un nivel eficiente de la variable en estudio representado por un 54.99% de la muestra, es decir 33 textos argumentativos.

Antecedentes relacionados a ARGUMENTACIÓN Y PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

Honor (2015) realizó una investigación de tipo cualitativa, de nivel descriptivo y con diseño de estudio de casos para lo cual utilizó la estrategia de sistematización de la experiencia. El objetivo de su investigación fue estructurar y presentar la experiencia pedagógica del programa “Tierra de Niños” desarrollada durante seis años en una institución educativa rural de la comunidad de Huacarpay en Cuzco, la cual estuvo orientada a desarrollar las habilidades de indagación científica en un contexto geográfico, comunitario e institucional. A partir de una población de 2 docentes, 19 estudiantes y 12 padres de familia se seleccionaron como muestra a una docente, seis estudiantes y dos padres de familia según los criterios establecidos por la investigadora. a quienes se aplicó la técnica del grupo focal, entrevista semiestructurada y análisis documental.

Antecedentes relacionados a ARGUMENTACIÓN Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA

Cartagena (2018) en su investigación de enfoque cualitativo, tipo investigación acción propone un proyecto de innovación educativa orientado a desarrollar la capacidad argumentativa y deliberativa de los estudiantes del 2° grado de secundaria, en el área de Formación Ciudadana y cívica, de una institución educativa de la región Callao, Lima - Perú. Para el logro de su

propósito utilizó dos estrategias tecnológicas denominadas Controversia Académica Estructurada (SAC, *Structured Academic Controversy*) y los blogs. Los resultados de su investigación fueron que se logran docentes capacitados para desarrollar la capacidad deliberativa y argumentación de los estudiantes para enfrentar asuntos públicos a través de la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en su práctica docente. Asimismo, se mide el impacto de la aplicación de la estrategia SAC y el empleo de los blogs educativos por parte de los docentes del área de Formación Ciudadana y Cívica para desarrollar la capacidad deliberativa y argumentación de los estudiantes en asuntos públicos.

Antecedentes relacionados a PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA

Yapurasi (2015) en su investigación de tipo aplicada, diseño cuasi experimental, tuvo como propósito averiguar el efecto del programa THAQHIRI en el proceso de indagación con la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en 30 estudiantes del tercer grado de primaria de una institución educativa pública de Lima. La muestra fue determinada de manera no probabilística intencionada a partir de una población de 90 estudiantes. Para la verificación de la efectividad del programa, se aplicaron dos instrumentos: la Prueba de Desempeño del Proceso de indagación Científica en la forma A y B. Al final de la investigación, se concluye que la aplicación del programa THAQHIRI mejora significativamente los niveles de indagación en los estudiantes en todos sus aspectos: problematización, hipotetización, planificación, recolección, evaluación y conclusión.

Reyes (2015) en su investigación descriptivo – cuantitativa realizada tuvo como objetivo determinar los niveles de conocimiento y aplicación de la neurociencia en los procesos educativos entre los estudiantes del programa de Maestría en Ciencias de la Educación, en la Región Piura. De un total de 67 docentes participantes del programa, se seleccionaron 32 docentes que trabajaban en el Nivel superior, aplicándose dos cuestionarios: uno con el propósito de conocer los niveles de conocimiento sobre neurociencia y el otro para conocer los niveles de aplicación de la neurociencia en los procesos educativos. Respecto al primer cuestionario se obtuvo un 9% de docentes con conocimiento alto de la neurociencia y para el segundo cuestionario se obtuvo un 20% de docentes que aplican los conocimientos de neurociencia en los procesos educativos. Entre los conocimientos que más dominan los docentes son el funcionamiento neuronal y la relación entre cerebro y aprendizaje. A pesar de los resultados, se concluye que existe un esfuerzo docente por aplicar la neurociencia para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza – aprendizaje.

2.2 Bases teóricas

En la presente sección se desarrollan los constructos alrededor de los cuales se realiza la presente investigación: argumentación científica, prácticas científicas y neurotecnología educativa.

2.2.1 La argumentación científica en Educación Secundaria

El conocimiento científico es producto de un largo proceso de aplicación del método científico en el que de manera ordenada y secuencial se validan las hipótesis hasta llegar a la formulación de leyes y teorías que forman el *corpus*

científico. Una de las condiciones para que la ciencia evolucione es que dichas teorías sean cuestionadas para convertirse nuevamente en el punto de partida de nuevas investigaciones. Esta discusión, realizada en un contexto colectivo de expertos, genera largas y extensas conversaciones en las cuales se enfrentan diversas posturas, opiniones, pensamientos, ideas. En estas circunstancias la experticia o experiencia del científico para poder explicar, fundamentar y convencer a su audiencia sobre su “verdad” se convierte en una habilidad necesaria conocida como argumentar. De hecho, esta habilidad, en algunos casos se manifiesta con mayor naturalidad y espontaneidad en algunas personas; sin embargo, en otras, es preciso desarrollarlas a través de diferentes estrategias. Por lo tanto, es importante que toda persona aprenda a argumentar ya que de esta manera contribuye a la creación del conocimiento científico.

En el contexto escolar, muchos docentes aún mantienen la idea de que la argumentación se aprende exclusivamente en el área de Comunicación; no obstante, esta es una habilidad que se puede y debe desarrollar en diferentes áreas, como por ejemplo en Ciencia y tecnología. Así, en el Currículo Nacional de la Educación Básica (2016) se establece como la segunda competencia: “Explica el mundo físico basado en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo” y una de sus capacidades es el “Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”. A esto se suma que dentro de los estándares para el ciclo VI y ciclo VII que corresponde al nivel secundaria, se espera que el estudiante “Argumente su posición frente a las implicancias éticas, sociales y ambientales de situaciones sociocientíficas o frente a cambios en la cosmovisión suscitado por el desarrollo de la ciencia y la tecnología”. Algunas evidencias de

esta competencia se observan cuando el estudiante presenta sus indagaciones realizadas sobre un fenómeno de interés a través de exposiciones orales utilizando algún recurso adicional.

Sin embargo, en la práctica pedagógica muchas veces el estudiante alcanza solo el nivel de la explicación del fenómeno, manifestándose en su descripción y un limitado grado de análisis. Además, los docentes encuentran algunas dificultades en el desarrollo de la habilidad de argumentación. River, Newton y Osborne (2000, citados por Chion et al., 2014) publicaron en la revista *Science Education* un artículo denominado "*Establishing the norms of scientific argumentations in classrooms*" en la cual presentaron las escasas oportunidades de los estudiantes para practicar argumentaciones en las clases de ciencias, además de los deficientes conocimientos de los docentes en este tema. Una de las posibles causas a las que hacen referencia los autores es la desatención de este aspecto desde la formación inicial de los maestros. En consecuencia, existe una brecha entre la preparación del docente en estrategias para fomentar la argumentación en el aula y los estándares que deben alcanzar los estudiantes.

Ahora bien, al margen de estas afirmaciones, es preciso reflexionar sobre las razones que conducen a un estudiante a manifestar una actitud de desconcierto cuando se le solicita expresar sus ideas o expresar su opinión respecto a una situación cotidiana. Y es que esta actitud responde a que, en la educación tradicional, y muchas veces afirmada por la familia, siempre se ha dado énfasis a la narración o descripción de un dato, hecho o fenómeno, postergando la oportunidad de permitirles generar explicaciones expresados en fundamentos y justificaciones. En la actualidad, debido a que los niños, niñas y adolescentes están expuestos a gran cantidad de información, es indispensable

que desarrollen la capacidad del cuestionamiento, evitando aceptar o rechazar una información sin asumir una postura propia.

Al respecto, desde hace unas décadas la educación, apoyada en la corriente del socioconstructivismo y el enfoque por competencias, considera dentro de los estándares de aprendizaje a la argumentación como parte de un conjunto de habilidades que debe demostrar un estudiante al final de la Educación Básica. Así, de manera transversal, todas las áreas del currículo apuntan al desarrollo de esta competencia. No obstante, a pesar de ello, siempre será un reto para la educación el formar ciudadanos críticos y reflexivos, que defiendan sus puntos de vista o elecciones con fundamentos teóricos.

2.2.1.1 Historia evolutiva del concepto de argumentación

Según Buitrago et al. (2013) el concepto de argumentación ha tenido diversas transformaciones desde la época de los griegos hasta finales del siglo XIX. En la época aristotélica, la argumentación era concebida como una forma de razonar e inferir para convencer o modificar ideas, actitudes, decisiones e incluso actuaciones de uno o varios interlocutores. Estas actuaciones tenían lugar en diferentes escenarios de las artes y la política. Para Plantín (2012, citado por Buitrago et al. 2013) el término argumentación estaba asociado a la lógica (arte de pensar correctamente), a la retórica (arte de hablar bien) y a la dialéctica (arte de dialogar bien).

En cuanto a la argumentación lógica, esta respondía a la aprehensión, al juicio y al razonamiento. Así, se puede apreciar que la argumentación estaba ligada al plano cognitivo, lo que conducía a la construcción de enunciados. En ese sentido, la argumentación se define como el encadenamiento de proposiciones. En la argumentación retórica, se centra la invención del

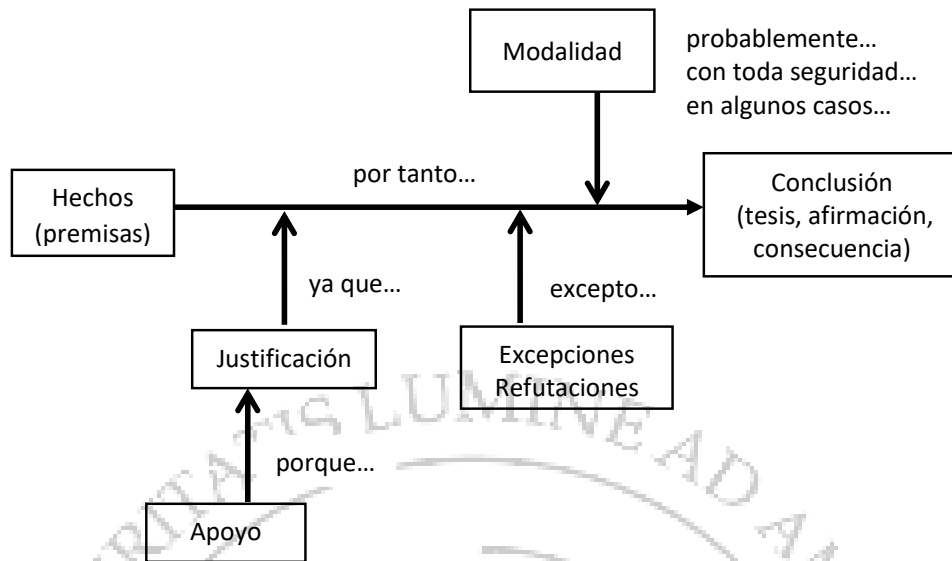
argumento, considerado como expresiones que se ordenan y se comunican en diferentes discursos en los campos de la política y las ciencias sociales con la finalidad de persuadir o captar la atención. Por otro lado, la argumentación dialéctica surge en un diálogo entre dos participantes en el que uno de ellos pregunta o cuestiona y el otro responde o defiende una postura. Este enfoque utiliza el método socrático y se da de manera unidireccional. La finalidad es que el participante que defiende su postura se esfuerce por encontrar definiciones o argumentos cada vez más elaborados.

Con la expansión de la corriente positivista, la argumentación dejó de estar relacionada con estas tres artes y adquiere una definición propia. La retórica se aleja de los claustros universitarios y es absorbida por la Iglesia y la política; mientras que, la lógica pasa de ser arte de pensar a ser arte de calcular en el campo de las matemáticas. Sin embargo, Perelman (1958, citado por Buitrago et al. 2013), rescata la retórica y la dialéctica y propone su “neorretórica” basado en el diálogo socrático, dirigida a cualquier público y define la argumentación como una acción que motiva la aceptación de las tesis de manera profunda.

En 1958, Stephen Toulmin en Inglaterra, presenta su obra *The uses of argument* en el que establece y difunde su modelo de argumentación monologal con una visión desde la formalidad y la lógica definiendo a la argumentación como un conjunto de proposiciones unidas formando un sistema o discurso que refleja una forma de racionalidad. Por eso, su modelo concibe a la argumentación como operación intelectual porque considera la racionalidad del discurso.

Figura 1

Modelo argumentativo de Toulmin.



Nota. Los seis aspectos del modelo argumentativo según Toulmin. (Tomado de: Buitrago et al., 2013, p.22)

Posteriormente, este modelo se reorientó hacia el campo de la lingüística enfatizándose en una concepción semántica de la argumentación en el cual, los conceptos adquieren gran poder proyectivo de manera que se genera un discurso continuo. Estas modificaciones dieron paso a la teoría de la argumentación en la lengua, en la que se establece una diferencia entre argumentación y demostración científica y cuyo propósito es establecer una claridad de la gramática y el encadenamiento entre el argumento y la conclusión que es finalmente la fuerza argumentativa del lenguaje. En esta teoría se da importancia al contexto y al carácter informativo de la comunicación.

Paralelamente a esta teoría, surge otra denominada lógica – natural la cual centra su atención en los procesos cognitivos de la argumentación con los cuales la persona puede construir argumentos a partir de operaciones lógico – discursivas, construir y deconstruir esquemas de representación del discurso.

La orientación hacia la tendencia crítica y dialogal nos lleva hacia otro modelo dialogal de la argumentación propuesta por Plantín. En este modelo la argumentación se presenta como la secuencia organizada de datos separados de las falacias mediante el método lógico y la racionalidad orientándolos a la perspectiva del diálogo o debate en el marco de las reglas establecidas por los participantes.

El modelo dialogal de la argumentación se distingue de la epistemología o de la metodología científica; en este caso, se presenta una forma de organizar las palabras en situaciones que presentan una contradicción. Este modelo nace de la dialéctica en la que las reglas de un debate igualitario están definidas. En ese contexto, la argumentación se concibe como la confrontación de diferentes puntos de vista relacionados a una pregunta. Aquí la argumentación gira en torno a la duda que se establece entre los dialogantes. Entonces, se distinguen tres roles argumentativos: el proponente, el oponente y el que duda. El primero expone su punto de vista frente a una situación problemática, el segundo contradice el punto de vista del primero y el tercero no asume una postura ante la opinión del primero. Por eso, la argumentación se considera como un proceso de respuestas a preguntas construidas al interior de un conflicto discursivo.” La perspectiva dialogal es integradora, retoma aportes fundamentales de la teoría de la argumentación en la lengua (orientación), de la lógica natural (construcción de objetos), integrando una dimensión crítica inmanente” (Buitrago et al. 2013, p. 25).

En la actualidad, se presentan varias definiciones sobre la argumentación, desde considerarla como una forma de expresión verbal (Xie y So, 2012) hasta la capacidad de evaluar enunciados con base a pruebas (Jiménez, 2010 citado

por Chion, et al. 2014). En otro enfoque, la argumentación está definida en función al receptor y al propósito. Es este caso, se le considera como una actividad social, intelectual y verbal por la cual se justifica o rechaza una opinión a través de declaraciones o explicaciones que han sido pensadas, razonadas y elegidas entre varias opciones. (Sanmartí, 2003 citado por Chion, et al. 2014).

En ese sentido, Shevchenko et al. (2020), presentan el concepto de argumentación desde el análisis de su origen semántico que es el latín *argumentare* que significa “discutir, aclarar”. Las autoras afirman que, argumentar es una forma de fundamentar o justificar una idea o una opinión con el propósito de defenderla y generar una reacción en el receptor apelando al arte de la persuasión. Así, a la técnica o arte de pensar se le une la técnica o arte de persuadir y, por tanto, es un proceso lógico – comunicativo entre un emisor y un destinatario individual o colectivo.

En el contexto escolar, Chion et al. (2014), asume el concepto de argumentación científica escolar precisamente como un modelo cognitivo – lingüístico que tiene como producto un texto que explica un fenómeno natural en base a un modelo teórico. En este tipo de texto se distinguen cuatro aspectos: la pragmática (adecuación al contexto), la retórica (intención de persuadir al receptor), lo teórico (ajuste al modelo teórico de referencia) y la lógica (sintaxis del texto).

Según Sanmartí y Sutton (citados por Xie y So, 2012) la construcción del conocimiento científico se produce a través de negociaciones entre los miembros de una comunidad en particular en las que se presentan modelos que deben ser validados. Siguiendo a ambos autores, se puede decir que, en el ámbito escolar, los estudiantes aprenden a argumentar, cuando participan de experiencias de

diálogo y debate, que lo realizan luego de un proceso de indagación sobre el tema en cuestión, expresan sus ideas haciendo uso de su pensamiento crítico y científico, del lenguaje científico, de las redes sociales, de organizadores visuales y gráficos, modelos entre otros; explicando de esta manera situaciones o hechos científicos. La finalidad de la argumentación científica es, en resumen, que los estudiantes puedan comunicar ideas científicas con propósitos persuasivos. A través de la argumentación se pueden expresar los diferentes modos de pensar y razonar; mientras que, el texto argumentativo se convierte en una evidencia del logro de la habilidad.

Luego de haber descrito un breve recorrido por la evolución del concepto de argumentación y de haber contextualizado su definición en el ámbito escolar, se puede decir que esta competencia hace evidente el nivel de conocimiento que tiene una persona. En el desarrollo del conocimiento, en especial del científico, coexisten tres elementos: pensamiento, entorno y lenguaje. Cuando los estudiantes expresan sus ideas o argumentos lo hacen siguiendo la lógica de su estructura mental combinando un conjunto de habilidades cognitivo – lingüísticas como describir, definir, resumir, explicar, justificar y argumentar. En la actualidad, estas habilidades pueden ser enriquecidas con los aportes de la Neurotecnología educativa.

2.2.1.2 Importancia del desarrollo de la argumentación

El desarrollo de la habilidad para argumentar o elaborar textos argumentativos pasa por superar un conjunto de limitaciones. Una de ellas, según la experiencia de la investigadora, es que el estudiante comprenda el significado de “Explicar”, puesto que este es el principal propósito de la argumentación. Los siguientes aspectos que se deben comprender son la

capacidad para identificar los datos, hechos o fenómenos, la capacidad para utilizar un vocabulario científico, la capacidad para jerarquizar y ordenar ideas y la capacidad de presentar un texto argumentativo coherente y gramaticalmente correcto. Por tanto, los docentes o quienes hagan las veces de orientadores para el desarrollo de esta competencia deben conocer las características de un texto argumentativo y las estrategias didácticas para su elaboración.

La argumentación se vale del razonamiento y de la retórica, es decir, inicialmente expresamos nuestro pensamiento científico con un estilo particular, en la cual el ponente le coloca su sello de “personalidad científica”. Con el tiempo, estas afirmaciones se van volviendo más formales, impersonales, precisas y rigurosas (Sardà y Sanmartí, 2000) que servirán para convencer a una comunidad científica. Sin embargo, esa estructura oral de convencimiento se transformará en una estructura de comunicación escrita, ya que el mismo texto tendrá la finalidad de comunicar el conocimiento científico al mundo entero. Este tránsito hacia la argumentación científica escrita, en el ámbito escolar, necesita de un ambiente de aprendizaje dinámico. En ese sentido, Sardà y Sanmartí (2000) y Uskola et al. (2021) manifiestan que se deben considerar los siguientes propósitos:

- a. Desarrollar las competencias del estilo de trabajo de la comunidad científica, es decir, comprender los conceptos relacionados a la ciencia, utilizar un lenguaje científico y establecer relaciones entre las hipótesis con los fenómenos, la experimentación, las teorías y los fundamentos.
- b. Comprender la racionalidad de la ciencia y su evolución al transitar por tres contextos: del descubrimiento, de la justificación y del conocimiento.

- c. Formar ciudadanos críticos que participen en las decisiones sociales en el marco de una sociedad democrática; que cuestionen, interpreten y seleccionen los argumentos que les permitan explicar situaciones controversiales.
- d. Contribuir con el desarrollo de la competencia de aprender a aprender.

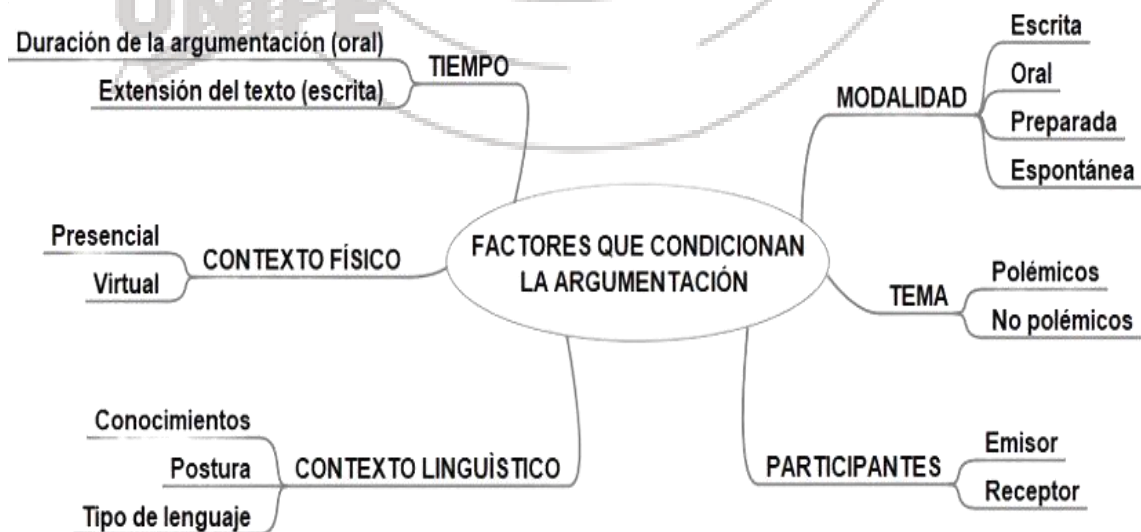
Por tal motivo, resulta relevante reflexionar sobre las estrategias que utilizan los docentes para trabajar las competencias científicas en el aula, sobre todo la argumentación que muchas veces es reducida a la descripción de un fenómeno. Como se sabe, el nivel descriptivo evidencia un limitado desarrollo del pensamiento científico en el estudiante tanto como sí lo haría la argumentación.

2.2.1.3 Factores que determinan una argumentación

Desde el punto de vista de la comunicación social, Rosado (2012) propone los siguientes factores que se presentan en el siguiente mapa mental:

Figura 2

Factores que condicionan una argumentación



Nota. Esquema elaborado a partir de Rosado (2012).

En el esquema anterior, respecto al factor de la modalidad, la argumentación puede darse de manera oral, es decir tanto emisor como receptor se encuentran frente a frente, por lo que pueden recibir un *feedback* en el momento de la conversación. En este caso, se puede decir también que ocurre una argumentación espontánea. Por el contrario, en la argumentación escrita el emisor solo envía el mensaje y puede considerarse como una argumentación preparada, ya que el emisor tiene la posibilidad de construir sus argumentos.

En cuanto al tema, es preciso destacar que existen algunos temas que son de interés común, tanto para el emisor como para el receptor por lo que son considerados polémicos, ya que serán motivo de discusiones alternadas. En el caso de los temas no polémicos, estas discusiones se encuentran ausentes por desinterés de ambos interlocutores.

Respecto a los participantes, es bueno resaltar que, para desarrollar la habilidad de la argumentación, se hace necesario la presencia de ambos interlocutores. Asimismo, es importante considerar el nivel de preparación de estos respecto al tema en discusión, así como la edad, el estado de ánimo y el número de participantes.

En cuanto al contexto lingüístico, se refiere a la calidad de la construcción de los argumentos, el vocabulario a utilizar, el grado de conocimiento de ambos interlocutores, sus posturas, sus creencias y la forma de comunicarlas; lo cual estará determinado por la audiencia.

De igual manera, un factor determinante en la argumentación lo constituye el ambiente físico en la cual se encuentran los interlocutores. En ese sentido, resulta diferente una discusión en una sala de clase, en la cual se pueden utilizar

recursos físicos, que a través de una plataforma virtual en la cual se hace uso de recursos digitales.

Finalmente, es importante destinar un tiempo específico para el caso de las discusiones o argumentaciones orales; es decir, el tiempo que cada interlocutor tiene para exponer sus argumentos o contrargumentos. Del mismo modo, es importante definir la extensión del texto argumentativo, para que la lectura sea atractiva al receptor.

2.2.1.4 Finalidad y objeto de la argumentación

En el campo de las ciencias, sean naturales o sociales, los textos argumentativos tienen diferentes intenciones. Una de ellas lo plantean Xie y So, (2012), quienes afirman que un texto argumentativo puede servir para evaluar o para ver el nivel de pensamiento de los estudiantes. Además, aseveran que la escritura en las diferentes disciplinas promueve mejores aprendizajes que las actividades que sólo involucran la lectura, ya que presentan información variada y estimulan la producción de textos analíticos y complejos, en oposición con las actividades que exigen respuestas cortas que reducen la información. Por otro lado, manifiestan que los textos argumentativos conducen a la elaboración de conclusiones en base a datos significativos y el uso de proposiciones apoya dichas conclusiones. Las proposiciones presentadas con coherencia y secuencialidad le dan una estructura especial orientada a cumplir el propósito de la persuasión.

Otra de las finalidades es el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior. Considerando la teoría sociocultural de Vigotsky, esta se logra mediante la interacción social con el uso del lenguaje. Una de las evidencias del uso del pensamiento de orden superior es saber argumentar en la cual

intervienen procesos de reelaboración, reestructuración y regulación del pensamiento. Además, esta habilidad se encuentra en estrecha relación con el desarrollo del pensamiento crítico por cuanto forma ciudadanos con opinión sobre situaciones controversiales de la vida cotidiana o que sin ser asuntos científicos los pueden explicar y darlos a entender a sus pares evitando caer en los mitos o creencias sin un fundamento científico.

Ahora bien, considerar a la persuasión como la única finalidad de la argumentación es limitarlo a un solo aspecto. Morado (2013) al referirse a las funciones básicas del discurso argumentativo señala que “asimilar la argumentación a una forma de enfrentamiento discursivo es la caracterización más socorrida” (p. 2). De esto se deduce que existen otros contextos, además de los polémicos, en los que también se hace uso de la argumentación sin fines persuasivos y que, si bien constituyen una minoría de casos, también se utilizan proposiciones o argumentos que guardan coherencia y secuencialidad. Al respecto, la investigadora coincide con esta apreciación ya que de lo contrario se estaría alejando de la concepción de ser una construcción colaborativa del conocimiento.

En relación con esta postura Morado (2013) afirma que argumentar implica dar razones de algo a alguien con la intención de que lo comprenda y acepte. Y es que, en la vida cotidiana, a nuestro parecer, es el uso más extendido de la argumentación, ya que buscamos razones justificadas para que el oyente comprenda lo que queremos decir o comprenda un hecho científico, generándose un cambio cognitivo.

Entre los contextos de argumentación que difieren de lo polémico que presenta el autor se encuentra el caso de los políticos, cuando discuten las leyes

que ya están establecidas; los matemáticos, cuando argumentan para demostrar un teorema universal; los religiosos, cuando comparten sus testimonios de vida o cuando expertos en una materia se reúnen simplemente para dialogar sobre un tema en común. En todos estos casos, la finalidad común es confirmar o mejorar afirmaciones sobre la base de otras no necesariamente diferentes.

En conclusión, la argumentación tiene múltiples funciones más allá de las discrepantes y polémicas. En el contexto educativo y en relación con la presente investigación, resulta fundamental tener clara la finalidad de la argumentación para nuestros estudiantes. Probablemente, lo más indicado, dado el periodo evolutivo de los adolescentes, es que se oriente a la argumentación de tipo no polémica, es decir, como en el ejemplo de los matemáticos; aunque esto dependerá de factores como la madurez emocional y el dominio que se tenga sobre un determinado conocimiento.

2.2.1.5 Orientaciones para la redacción de los textos argumentativos

La elaboración de textos argumentativos como producto de la indagación científica tienen características propias que es preciso tener en cuenta para el trabajo escolar. Lasa-Aristu y Amor (2016) proponen algunas reglas importantes a tener en cuenta al momento de la redacción de los textos argumentativos.

PRIMERA PARTE: Reglas generales:

Regla 1: Diferenciar las ideas o premisas de la conclusión o conclusiones

Regla 2: Presentar las ideas según el orden del pensamiento

Regla 3: Iniciar a partir de premisas que puedan ser argumentadas

Regla 4: Ser concreto y preciso

Regla 5: Evitar la subjetividad o el lenguaje emotivo

Regla 6: Mantener la coherencia en la redacción

Regla 7: Evitar caer en ambigüedades o más de un significado por término

SEGUNDA PARTE: Argumentos mediante ejemplos

Regla 8: Considerar más de un ejemplo

Regla 9: Utilizar ejemplos representativos, relacionados al tema

Regla 10: Buscar información de soporte teórico

Regla 11: Considerar los contraejemplos

TERCERA PARTE: Argumentos por analogía y argumentos de autoridad

Regla 12: Utilizar analogías para argumentar

Regla 13: Citar las fuentes o autores que apoyan los argumentos

Regla 14: Cualificar la procedencia de las fuentes

Regla 15: Utilizar fuentes imparciales al tema en cuestión

Regla 16: Comprobar lo que afirman las fuentes

Regla 17: Discutir el argumento y no a la persona que argumenta

CUARTA PARTE: Argumentos acerca de las causas

Regla 18: Explicar cómo la causa conduce al efecto

Regla 19: Proponer a la causa más probable como la conclusión

Las últimas reglas que a continuación se indican hacen referencia a una discusión en casos de rivalidad

Regla 20: Los hechos correlacionados necesariamente no están relacionados

Regla 21: Los hechos correlacionados pueden tener una causa común

Regla 22: Cualquiera de los dos hechos correlacionados puede ser causa del otro.

Regla 23: Las causas pueden ser complejas

QUINTA PARTE: Argumentos deductivos

Los autores consideran en este punto las inferencias lógicas en la cual, las premisas y la conclusión son ciertas. De este modo, la organización de los argumentos se hace más fluida.

Regla 24: *Modus ponens*, Explicar y defender ambas premisas con argumentos diferentes

Regla 25: *Modus tollens*, se niega una premisa

Regla 26: Silogismo hipotético, explica conexiones de causa – efecto

Regla 27: Silogismo disyuntivo, considerar inclusión o exclusión de premisas

Regla 28: Existencia de un dilema

A partir de lo presentado anteriormente, se hace necesario determinar las reglas que se adaptan al contexto educativo considerando algunos factores como la habilidad del lenguaje, el grado de información sobre un tema, la madurez emocional, los medios accesibles (oral, escrito, virtual), la motivación intrínseca o extrínseca, los estímulos a nivel cognitivo, entre otros.

2.2.1.6 Modelos de argumentación escrita

A continuación, se presentan en orden cronológico ascendente los modelos de argumentación escrita encontrados a partir de la revisión de la literatura:

a.- Modelo de argumentación de Stephen Toulmin (1958)

Toulmin (1993, citados por Sardá y Sanmarti (2000) plantea una argumentación fundamentada en la teoría del razonamiento práctico basada a su vez en la lógica formal. Según esto, un texto argumentativo debería tener los siguientes elementos:

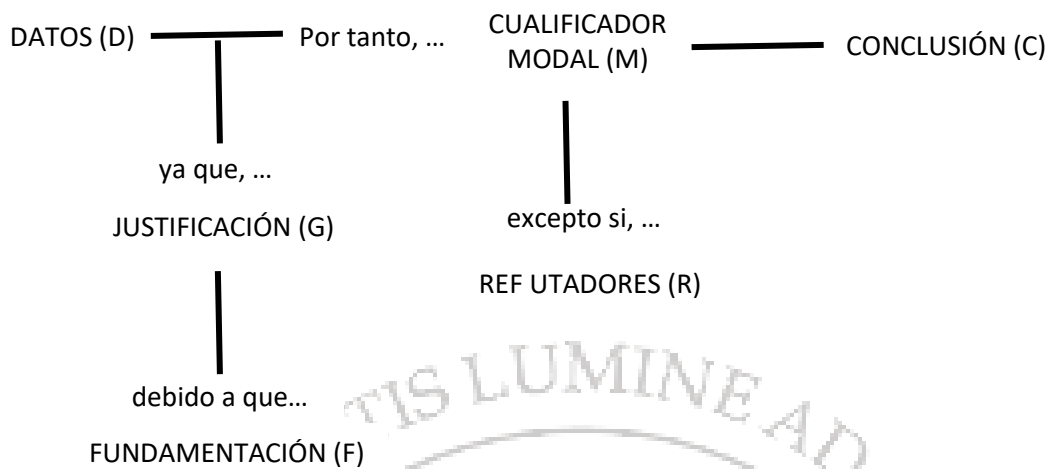
- a. Datos: relacionado a todos los hechos que se exponen para ser justificados y validados.
- b. Justificación: referida a las razones (reglas, principios, etc.) expuestas para acreditar o demostrar la relación que existe entre los datos y la conclusión, llamada también garantía.
- c. Fundamentos: referido al conocimiento que permite asegurar o dar soporte a la justificación.
- d. Calificadores modales: referido al comentario implícito de la justificación, es la fuerza que la justificación da a la argumentación.
- e. Refutadores: referido al comentario implícito de la justificación pero que indican las circunstancias en que esta no es cierta o es contraria.
- f. Conclusión: referida a la tesis establecida o sentencia final.

Según este modelo, un texto argumentativo parte de un conjunto de datos o resultados obtenidos de una indagación o de la observación de un fenómeno natural. Estos son justificados de manera significativa en base a razones fundamentadas en el conocimiento científico aceptado. Estas aseveraciones pueden ser reafirmadas o apoyadas por los calificadores modales o contradichas por los refutadores. En esta dialéctica surge la conclusión a la que llega el texto argumentativo.

Una de las observaciones que se la hace a este modelo de argumentación es la focalización en la estructura del texto. No obstante, esto se convierte en una oportunidad de aprendizaje ya que permite al estudiante reflexionar sobre este aspecto y sobre las características de la argumentación científica. En la siguiente figura, se observan los elementos que forman parte de este modelo:

Figura 3

Esquema de texto argumentativo según Toulmin (1993)



Nota. Estructura de un texto argumentativo según Toulmin. (Tomado de: Sardà y Sanmartí, 2000, p. 408)

b.- Modelo de argumentación de Van Dijk (1978)

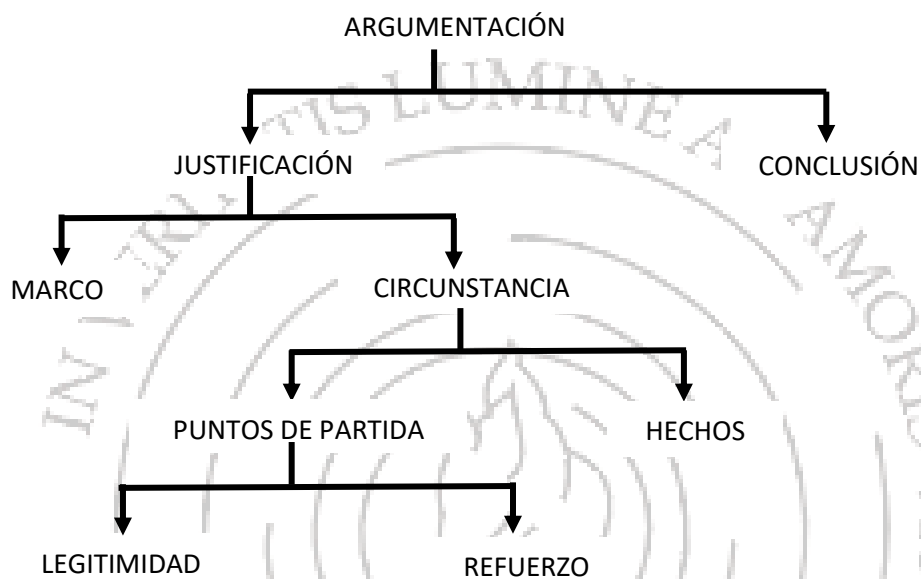
Dijk (1978, citados por Sardà y Sanmartí, 2000) desde la lingüística textual, focaliza la finalidad del texto argumentativo, es decir la capacidad de convencer a uno varios destinatarios. En tal sentido, la justificación y la conclusión son los componentes más importantes de este tipo de redacción.

La justificación surge en un contexto o circunstancia, en medio de hechos que son conocidos, tanto por el emisor como por el receptor. Estos hechos son el punto de partida de la argumentación y, por lo tanto, a circunstancias o hechos diferentes, le corresponden textos argumentativos diferentes. Asimismo, establece algunos rasgos estructurales de las operaciones cognitivas al distinguir la microestructura, la macroestructura y la superestructura de cualquier texto. A través de la microestructura se analiza el uso de los diferentes tipos de oraciones y sustantivos. Mediante la macroestructura se destaca la importancia de la secuencia que deben tener las oraciones que van a justificar la conclusión

y por medio de las cuales va a ser posible convencer al oyente. Finalmente, en la superestructura se considera el análisis de los términos utilizados y sus relaciones entre éstos, al mismo tiempo que considera los tipos de conectores que ayudaran a visualizar estas relaciones.

Figura 4

Superestructura argumentativa de Van Dijk (1978)



Nota. Esquema en el que se observan dos elementos de la estructura de un texto argumentativo, comunes a los modelos de Van Dijk y Toulmin: justificación y conclusión. (Tomado de: Sardà y Sanmartí, 2000, p.409)

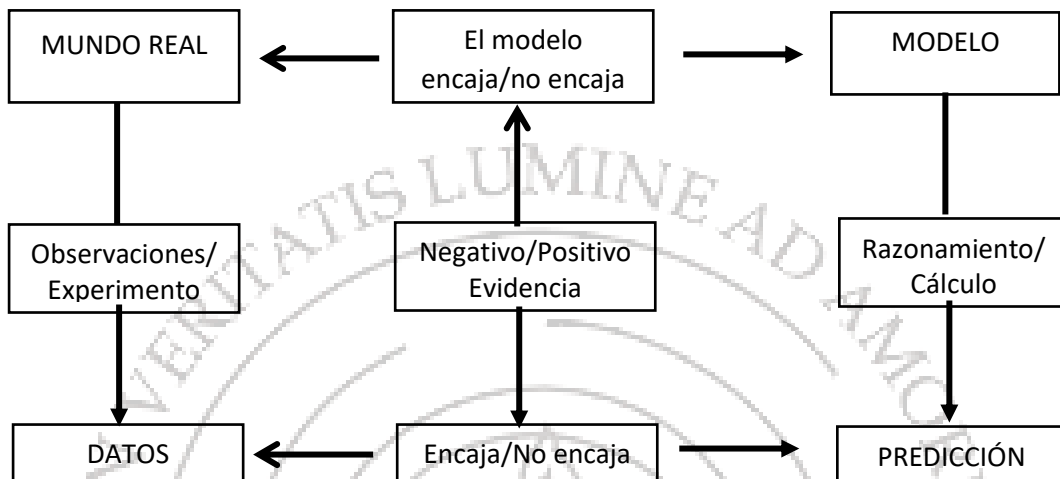
c.- Modelo de argumentación de Giere Modeli (1991)

Giere plantea que en todas las disciplinas de la ciencia los científicos modelan, evalúan y reorganizan constantemente las explicaciones de los fenómenos del entorno. En ese sentido, el razonamiento y la argumentación adquieren gran importancia. En este modelo, los científicos obtienen datos a partir de la observación y experimentación en el mundo real. En base a estos datos pueden predecir nuevos acontecimientos a través del razonamiento o del cálculo matemático. El método científico es el más adecuado para realizar este

proceso; no obstante, si los modelos y las teorías generadas no logran explicar el fenómeno, se inicia una nueva argumentación.

Figura 5

Relación entre razonamiento, teoría y argumento en el proceso de desarrollo de ideas científicas.



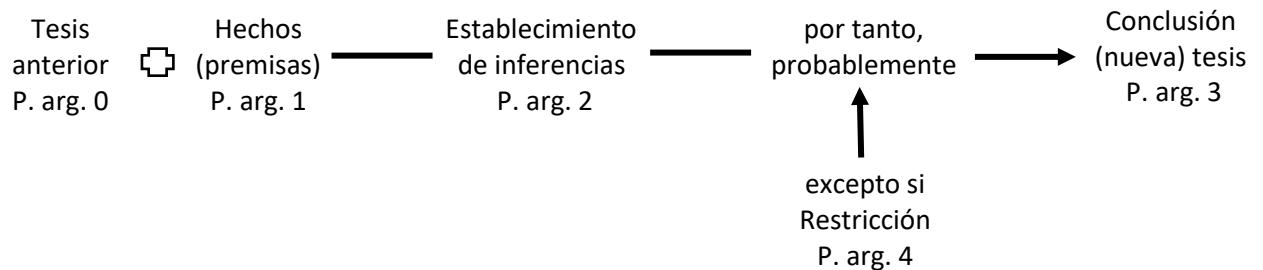
Nota. Modelo de Giere Modeli (Traducido a partir de Aktamiş y Hiçde (2015).

d.- Modelo de argumentación de Adam (1992)

Adam (1992, citado por Sardá y Sanmarti, 2000), lingüista, coincide con Dijk en el sentido que ambos consideran el propósito persuasivo de los textos argumentativos y plantea un prototipo de este considerando dos condiciones: la pragmática y la secuencialidad. A través de la pragmática, refiere a la superestructura de Dijk, ya que considera a la intencionalidad, al marco referencial de los enunciados y a la cohesión semántica. En cambio, a través de la secuencialidad, hace referencia a la microestructura de Dijk pues considera aspectos gramaticales del texto y a la organización de las ideas dentro del texto, el cual es muy particular en cada emisor. Pero también, considera la estructura argumentativa de Toulmin y afirma la posibilidad de que, en la secuencia argumentativa, la conclusión puede convertirse en una premisa.

Figura 6

Prototipo de secuencia argumentativa según Adam (1992)



Nota. Esquema de la estructura lineal de un texto argumentativo. (Tomado de: Sardà y Sanmartí, 2000, p.410)

e.- Modelo de argumentación de Zohar y Nemet (2002)

Este modelo sugiere que la calidad de los argumentos de los estudiantes está dada por la justificación basado en sus conocimientos científicos sobre los cuales se construyen los argumentos. Para ambos autores el argumento consta de afirmaciones o conclusiones, de justificaciones y de contraargumentos. Los argumentos fuertes o bien redactados combinan conceptos y hechos científicos relevantes, específicos y precisos; y constan de varias justificaciones completas para sustentar los resultados. Por el contrario, los argumentos débiles constan de justificaciones irrelevantes.

Para ambos autores, es más importante el conocimiento científico que tienen los estudiantes para argumentar y la estrategia para combinarlos con sus opiniones que la categorización de los componentes de una justificación.

A continuación, se muestra el marco analítico en el que se basa el modelo de los autores:

Tabla 1*Marco analítico de Zohar y Nemet (2002)*

ARGUMENTO	CÓDIGOS (justificación) relevante /irrelevante	INFORMACIÓN CIENTÍFICA Verdadero/Falso
En el caso 3, la superficie de contacto con el suelo es menor que las demás por eso, la presión es mayor.	Alegación	Sin codificar
En el experimento que hacemos en el laboratorio, presionando un clavo en la madera, vimos que el lado puntiagudo se hunde más.	Justificación relevante	Cierto Información científica
Los ladrillos en el mismo piso son iguales porque tienen el mismo peso. Si se supone que aplican presión a las superficies, estas son diferentes. Debido a que son grandes, aplicarán poca presión.	Justificación relevante	Falso Información científica

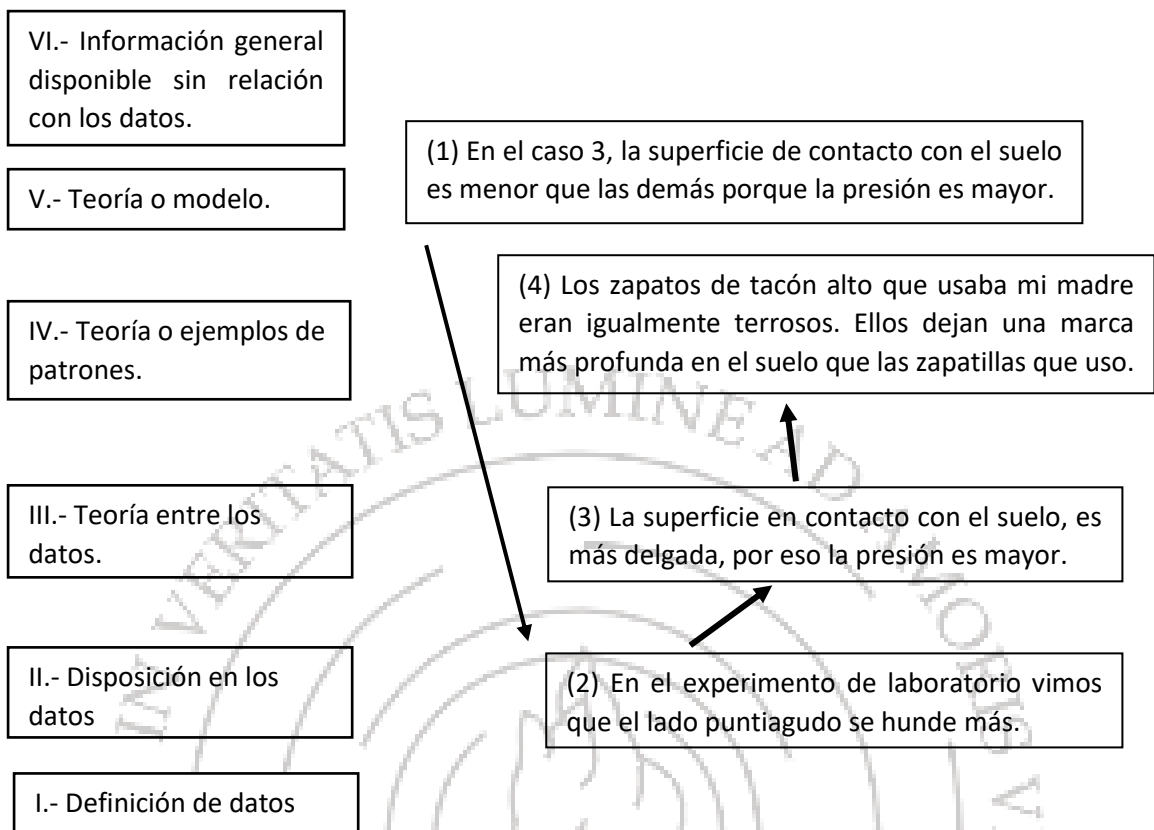
Nota. Esquema para determinar un buen argumento (Traducido a partir de Aktamiş y Hiçde, 2015).

f.- Modelo argumentativo de Kelly y Takao (2002)

Los autores afirman que la argumentación motiva a los estudiantes a razonar y a participar en actividades científicas. En este modelo, la calidad de sus argumentos está definida por las relaciones entre las proposiciones. A diferencia de las argumentaciones orales, las escritas presentan una estructura compleja. Los estudiantes seleccionan datos del mismo conjunto de datos y forman afirmaciones basadas en evidencias. El modelo consta de seis niveles epistémicos que sirven para definir o construir las proposiciones y posteriormente establecer las relaciones entre ellas y utilizarlas en la argumentación. Este proceso se puede observar en la siguiente figura.

Figura 7

Evaluación de una muestra según el modelo de Kelly y Takao (2002)



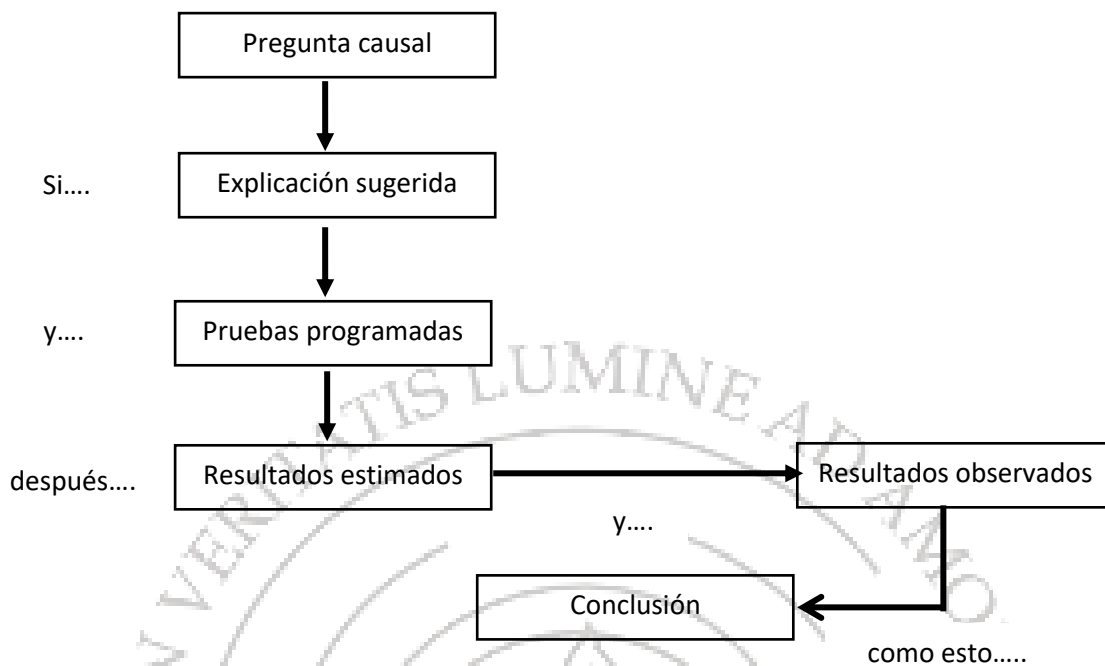
Nota. Esquema de argumentación (Traducido a partir de Aktamiş y Hiçde, 2015).

g.- Modelo argumentativo de Lawson (2003)

Este enfoque o modelo de argumentación se centra en la validez hipotético - deductiva de un argumento. Lawson estudia y explica la elaboración de argumentos a partir de un razonamiento hipotético – deductivo. Además, sostiene que se debe ayudar a los estudiantes a comprender que se les está evaluando sus conocimientos científicos a través de la formulación de sus argumentos, es decir, al validar las explicaciones basados en argumentos, evidencias, apoyos y razones persuasivas. En la siguiente figura se muestra el esquema que representa este modelo de argumentación:

Figura 8

Elementos del argumento hipotético – deductivo según Lawson (2003)



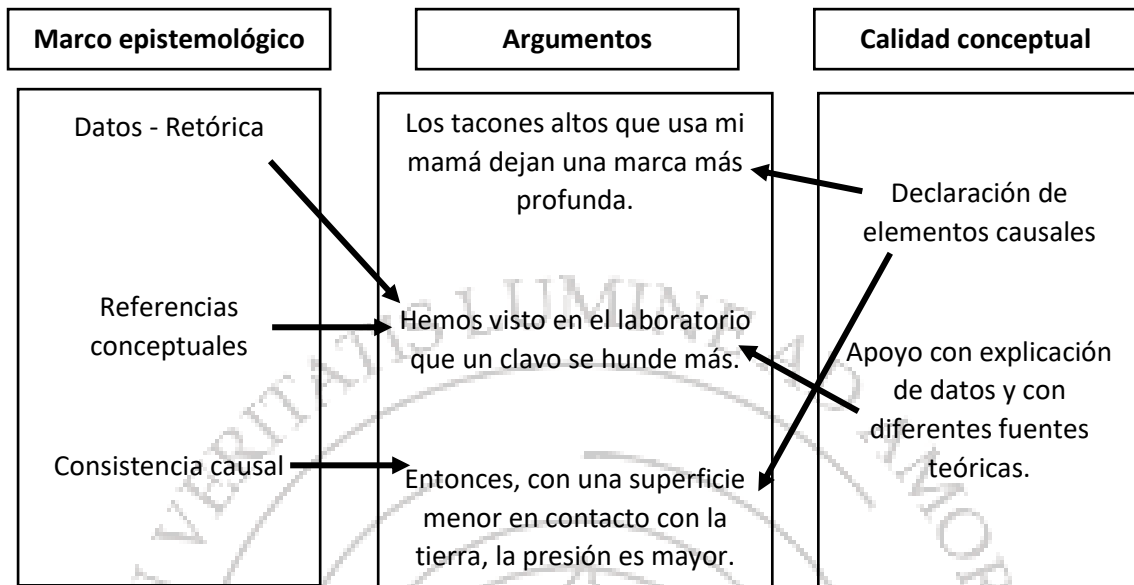
Nota. Esquema para evaluar un argumento en el marco del enfoque hipotético – deductivo (Traducido a partir de Aktamiş y Hiçde, 2015).

h.- Modelo argumentativo de Sandoval (2003)

Sandoval presentó un modelo en el que prioriza el proceso de la elaboración de los argumentos; es decir, se centra en la calidad de su contenido y su justificación más que en la estructura de la argumentación. La calidad está dada por la capacidad de los estudiantes para justificar una afirmación con suficientes datos, escribir explicaciones causales, consistentes y fundamentadas, combinar proposiciones fundamentadas, utilizar datos o evidencias en su redacción, correlacionar afirmaciones, articular y defender un argumento. Es decir, la calidad argumentativa se demuestra por la creatividad para validar sus fundamentos con evidencias. y su poder explicativo con criterios epistemológicos de una disciplina en particular, lo cual se observa así:

Figura 9

Modelo de evaluación de argumentos según Sandoval (2003) y Sandoval y Milwood (2005)



Nota. Esquema para determinar la calidad de un argumento (Traducido a partir de Aktamiş y Hiçde, 2015).

i.- Modelo de argumentación de Schwarz, Neuman, Gil ve İlya (2003)

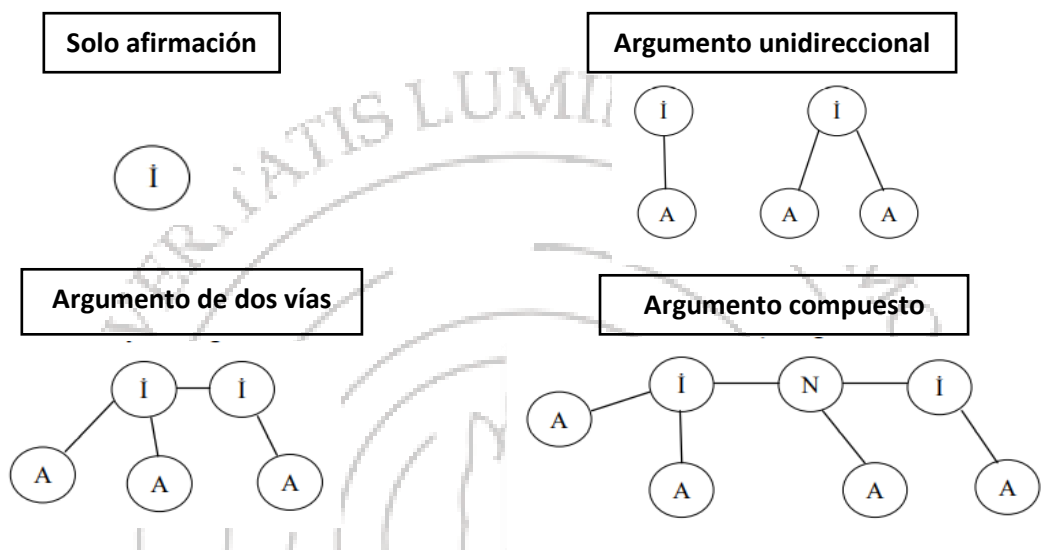
Este modelo se centra en la estructura y la admisibilidad de las justificaciones en el argumento y es utilizado por los estudiantes en el contexto de la enseñanza de las ciencias para evaluar sus conocimientos científicos. En este enfoque se evalúa la calidad de los argumentos en lugar de su contenido. Así, se centra en la complejidad estructural y la naturaleza de la justificación y al igual que en el modelo de Toulmin, la calidad de los argumentos es independiente del campo temático.

Los autores señalan que se deben elaborar varias justificaciones, contraargumentos y declaraciones combinadas y, al igual que en el modelo de Toulmin, son los calificadores los que le dan la solidez a los argumentos; así

como la aceptación de las justificaciones aportadas al texto. La aceptabilidad y solidez de los argumentos están basadas en la estructura lógica y el grado de veracidad y de esta manera, permite apoyar una conclusión dada la relevancia de las justificaciones.

Figura 10

Estructura argumental según modelo de Schwarz et al (2003)



Nota: I: Afirmación, A: Razonamiento, N: Calificador

Nota. Esquema para determinar la estructura de un argumento (Traducido a partir de Aktamiş y Hiçde, 2015).

Luego de la presentación y análisis exhaustivo de los nueve modelos de argumentación escrita, para efectos de la presente investigación, se considera el modelo de argumentación de Stephen Toulmin por tener coherencia con las expectativas expresadas en los estándares del nivel secundaria. El detalle de la relación entre los seis elementos se tratará en el siguiente punto al considerarlo como parte de las prácticas científicas.

2.2.2 Enfoque de las prácticas científicas para el desarrollo de la argumentación

Los procesos de enseñanza aprendizaje se dan en contextos de interacción social. El enfoque sociocultural de Vigotsky y el enfoque socioconstructivista de Jonnaert los explican de manera clara y enfatizan que la mediación dialógica y la interacción social se fundamentan en vínculos sociales, afectivos o contextuales. De manera similar, se produce la actividad científica en medio de largas horas de trabajo y diálogo en la que se contrastan ideas o se confrontan posturas al interior de una comunidad científica. En consecuencia, esta misma forma de interacción es la que los estudiantes deben vivenciar en el aula de ciencias al desarrollar las prácticas científicas. El desarrollo de éstas se constituye entonces en prácticas sociales que son vistas como una aproximación de la comunicación del conocimiento y desde esta perspectiva, se convierte en un potencial de aprendizaje, sobre todo para aquellos estudiantes que se encuentran en la Educación Básica Regular.

Desde este punto de vista, muchos educadores han decidido realizar actividades que permitan a los estudiantes participar de una práctica social, discursiva y cognitiva (López et al., 2018). En tal sentido, la NRC (2012) propone ocho prácticas científicas: plantear preguntas, desarrollar y usar modelos científicos, planificar y realizar investigaciones, analizar e interpretar datos experimentales, usar el pensamiento computacional y matemático, construir explicaciones y diseñar soluciones, argumentar científicamente en base a pruebas y comunicar a la comunidad los resultados de la actividad científica. Al examinar cada una de ellas se puede inferir que la enseñanza de las ciencias trasciende la reproducción textual del conocimiento científico y se enfatiza en los

procesos de indagación, construcción y perfeccionamiento de las explicaciones o modelos de los fenómenos naturales o problemas sociales. A partir de procesos dialécticos, los estudiantes se involucran en la solución de los problemas de su entorno mediante las prácticas científicas (López, et al., 2018). En ese sentido conviene analizar la propuesta de Jonathan Osborne quien integra las ocho prácticas científicas en tres a saber: modelización, indagación y argumentación, las cuales se detallan a continuación.

2.2.2.1 Modelización

Es el proceso que implica desarrollar, evaluar y mejorar explicaciones científicas sobre un hecho o fenómeno natural. La palabra *modelización* hace referencia a *modelo*, que significa “representación en pequeño de alguna cosa” (Real Academia Española [RAE], s.f., definición 3). Aunque la palabra *modelo* tiene diferentes significados según el contexto, en relación con el campo de las Ciencias Naturales, “los modelos son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando, cierta porción de los mundos reales, con un objetivo específico.” (Chamizo, 2017, p. 35).

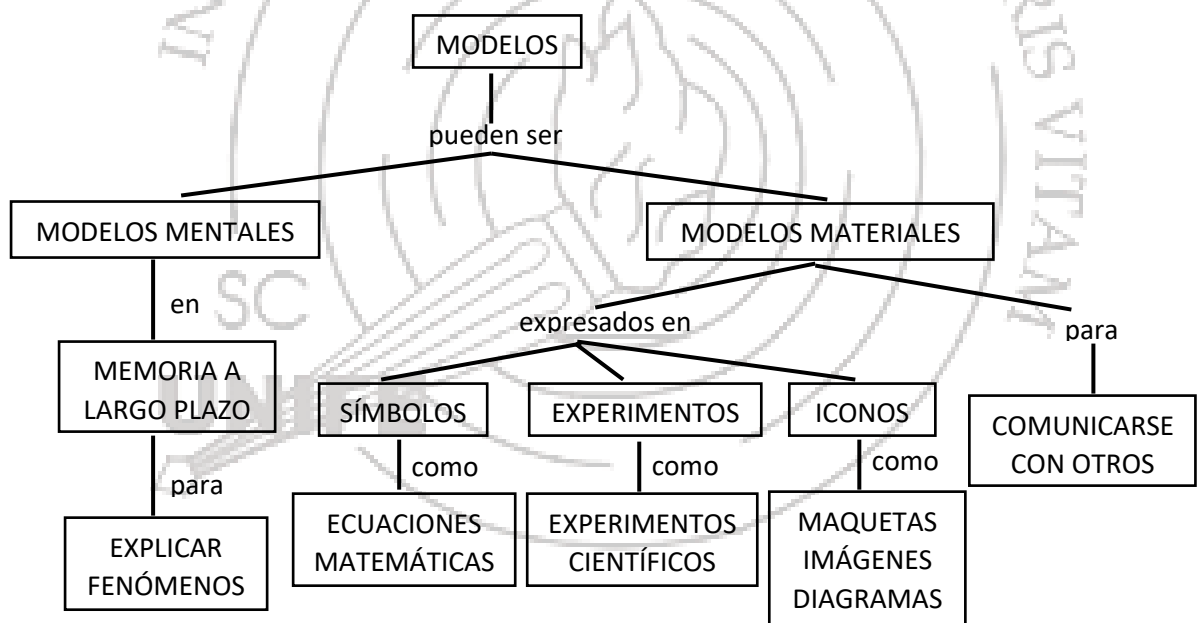
Si analizamos esta definición se tiene que estas representaciones pueden ser ideas u objetos materiales no acabados, es decir, “una expresión formal y parcial de la entidad modelada que al mismo tiempo es capaz de abstraer y reformular de otra manera la esencia de la entidad que evoca” (Oliva, 2019, p. 6). A menudo, un modelo es una analogía (Gellon et al., 2019) que contiene características limitadas del mundo natural; se construye de manera contextualizada en un tiempo específico y con una finalidad definida. Esta última podría ser describir, explicar o predecir una situación o hecho, responder una

interrogante sin necesidad de recurrir al fenómeno directamente o poner a prueba una teoría (Oliva, 2019).

Debido a que un modelo es una representación física o mental que nos permite imaginar o predecir el funcionamiento o comportamiento de un fenómeno natural, hace que sea lo más sencillo posible ya que permitirá explicar sólo una parte del todo (Gellon et al., 2019). Por esta razón, el modelo tendrá ciertas limitaciones lo cual nos devuelve a la definición de ser materiales inacabados y con capacidad de ser perfeccionados. En la siguiente figura, se muestra un esquema sobre los tipos de modelos:

Figura 11

Clasificación de los modelos según Chamizo (2017)



Nota. Organizador visual de elaboración propia

A partir de este esquema se puede decir que ambos tipos de modelos son generados por la persona y constituyen ayudas para la explicación y comunicación del conocimiento científico. El modelo material es la expresión física del modelo mental y evidencia el grado de creatividad de su autor. Podría

decirse que también es la expresión de su pensamiento complejo, ya que, por cada persona existe un modelo diferente. De manera que, la modelización es una práctica científica que debe promoverse en el aula porque constituye un estilo de expresión del estudiante.

La modelización, además es un aspecto esencial de la actividad y de la alfabetización científica, por lo tanto, constituye un enfoque de la enseñanza de las ciencias que considera al modelo como el centro alrededor del cual se genera el conocimiento. Se trata de que los estudiantes se acerquen de una manera atractiva al estudio de las ciencias, accediendo a los conocimientos complejos de una manera sencilla y con un lenguaje comprensible a través de situaciones o representaciones elaboradas por ellos mismos. En ese sentido, los modelos se convierten en un recurso indispensable para realizar el andamiaje entre lo conocido y el nuevo conocimiento. Sin embargo, el alcance de la modelización va más allá del solo hecho de elaborar o utilizar modelos científicos. Al respecto, Schwarz et al. (2009) presentan cuatro actividades que los estudiantes pueden realizar para vivenciar el alcance de la modelización:

- (1) Construir modelos basados en evidencias para ilustrar, predecir o explicar fenómenos.
- (2) Usar modelos para ilustrar, predecir o explicar fenómenos.
- (3) Comparar y evaluar la capacidad de diferentes modelos para representar y explicar y predecir fenómenos.
- (4) Revisar modelos para aumentar su poder explicativo y predictivo considerando nuevas evidencias

Los autores sugieren que es muy importante involucrar a los estudiantes en la elaboración y evaluación de sus propios modelos en lugar de que el

docente sea quien se los proporcione. A esto lo denominan metamodelado, el cual incluye la planificación y evaluación de la finalidad para la cual fue construido. De esta manera, el estudiante actúa como un científico: creador y evaluador crítico de su propio modelo (Gellon et al., 2019). El beneficio pedagógico se ve reflejado en la articulación entre los conocimientos previos y los conocimientos adquiridos a partir del funcionamiento y revisión del modelo o la explicación del fenómeno científico. En consecuencia, la comprensión del nuevo aprendizaje puede lograrse de manera más significativa si se utilizan modelos, ya que, en algunos casos, los estudiantes necesitan ejemplos para lograr captar el significado del nuevo aprendizaje (Sousa, 2018).

Por otro lado, la modelización también tiene diversas acepciones, las cuales depende del centro de atención. Según Oliva (2019) estas son:

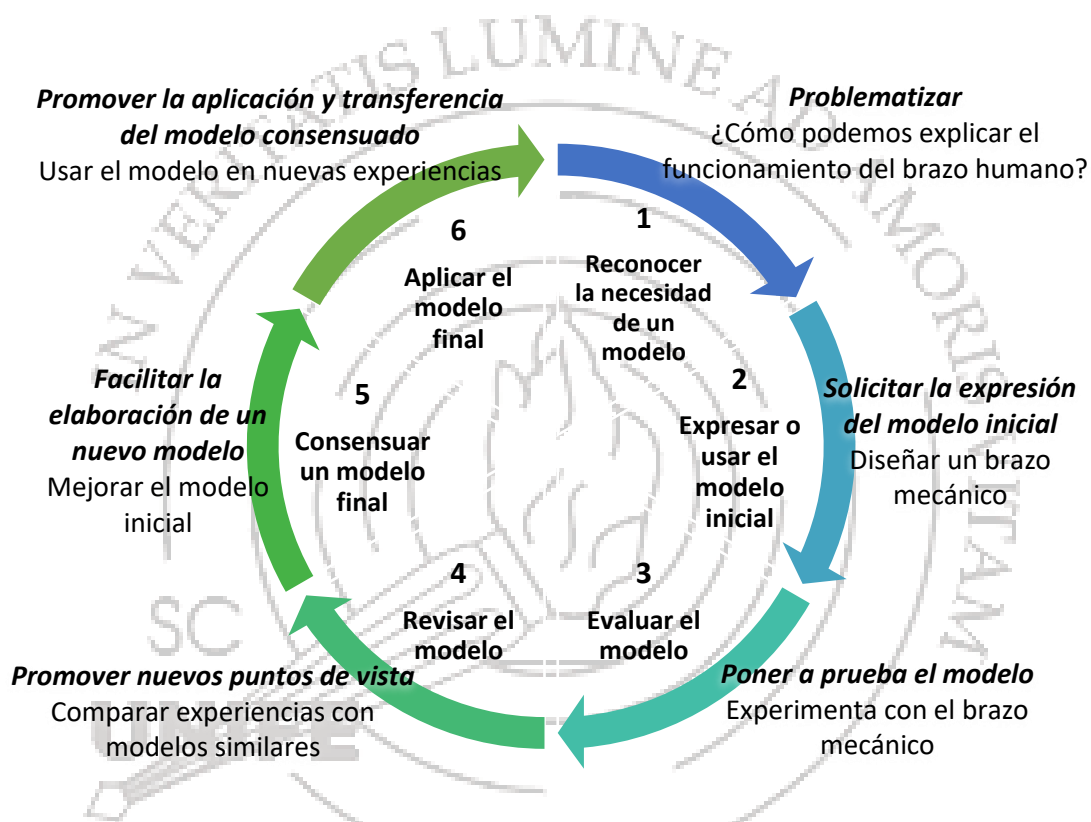
(1) **Modelización como evolución de los modelos;** en la cual la enseñanza tiene como centro la evolución de la complejidad de estos, construidos por los estudiantes a partir de respuestas a sus modelos mentales. A través de la evolución de los modelos, se puede establecer una jerarquización del aprendizaje adquirido en los estudiantes, los cuales puede evidenciarse a corto y largo plazo. De esta manera, el modelo se considera como un ente dinámico, sujeto a modificaciones que ayuda a docentes y estudiantes hacia un tránsito a niveles de mayor comprensión conceptual.

(2) **Modelización como práctica científica;** en la cual se focaliza en la inmersión del estudiante en la construcción y evaluación de modelos a partir de situaciones significativas, en lugar de ser simples espectadores o consumidores de los ya existentes. Esta manera de aprender les exige movilizar sus competencias científicas, así como al docente, perfeccionarse en su rol de

conductor y retroalimentador de diálogos, además de conocer el modelo que se está construyendo. Del mismo modo, le permite actuar de manera oportuna motivando la reflexión y el replanteamiento, si fuera necesario, del modelo en cuestión. En el ciclo de la modelización se puede apreciar su estrecha relación con una de las prácticas científicas como lo es la indagación.

Figura 12

Ciclo de modelización



Nota. Elaboración propia a partir de Couso (2020).

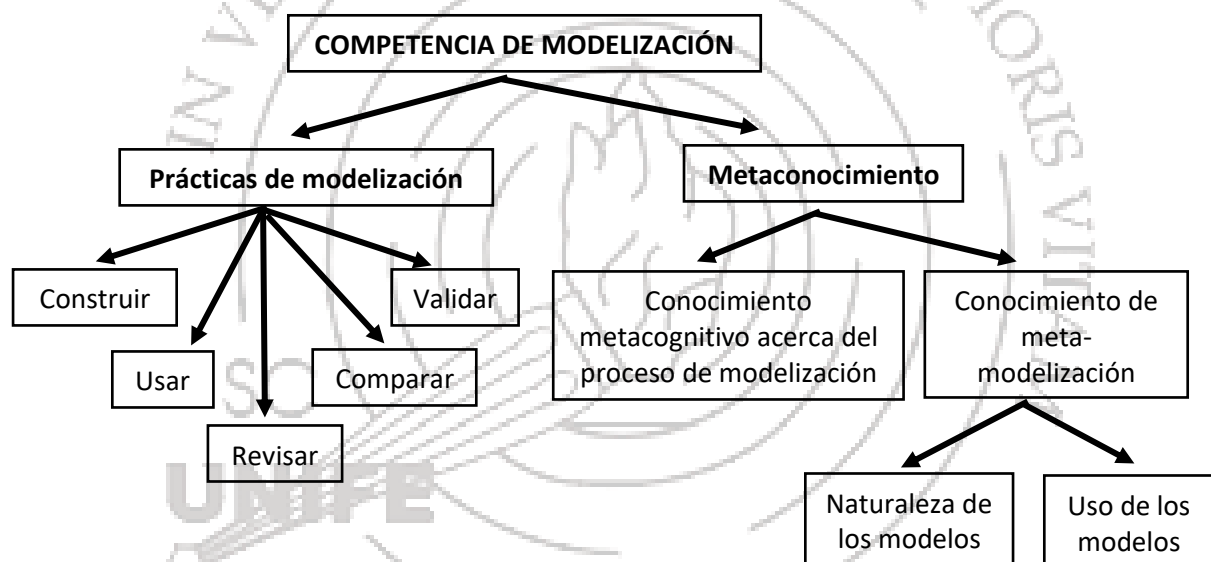
Desde el punto de vista metodológico, la modelización como práctica científica supone el desarrollo total o parcial de los pasos de la metodología científica. En el esquema se puede observar la analogía de la elaboración y evaluación de un modelo científico y los pasos de la metodología científica.

(3) **Modelización como competencia;** en la cual se la define como “el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y valores epistémicos

necesarios para llevar a cabo la tarea de modelizar” (Oliva, 2019, p.10). Esto significa que los estudiantes, además de aprender los modelos científicos escolares, los deben someter al ciclo de la modelización para revisarlos y así poder explicar su valor, su utilidad, su proximidad a la realidad, su posibilidad de ser mejorados y sus limitaciones. En este caso, la modelización guarda relación con otra de las prácticas científicas como lo es la argumentación. Es preciso señalar que la modelización como competencia comprende dos capacidades o componentes que se muestran en la siguiente figura:

Figura 13

Componentes de la competencia de la modelización



Nota. Organizador visual tomado de Oliva (2019).

En este esquema se observan los dos componentes: las prácticas de modelización, la cual hace referencia a las habilidades que se requieren en el ciclo de la modelización; y el metaconocimiento, el cual hace referencia al conocimiento sobre la naturaleza y alcance del uso de los modelos y a la reflexión sobre el propio proceso de modelización.

(4) **Modelización como dimensión instrumental;** la cual focaliza los tres elementos que ayudan a la modelización en el aula como son: las analogías, los experimentos mentales y las imágenes porque permiten construir conocimientos a través de actividades de indagación en el aula. Son recursos que deben acompañar todo el proceso de aprendizaje de modelos ya que activa la imaginación y creatividad en la elaboración de modelos dinámicos. Otros recursos son: dibujos, maquetas, modelos mecánicos, metáforas, simulaciones, animaciones digitales y la realidad aumentada. Todos ellos permiten imaginar, reflexionar, visualizar, ilustrar, explicar o representar; tanto a estudiantes como a docentes en las sesiones de clase.

(5) **Modelización como enfoque didáctico;** en la cual se considera a la modelización precisamente como un enfoque educativo que orienta las decisiones del docente hacia la evolución de los modelos de los estudiantes. De esta manera, la modelización forma parte de las prácticas científicas relacionadas a los procesos de indagación, con un rol activo y reflexivo del estudiante, un rol de monitor del docente y las sesiones de aprendizaje siguiendo las pautas del ciclo de modelización. Al igual que otros enfoques educativos, proporciona criterios para la selección de contenidos de aprendizaje, para la implementación de ambientes de aprendizaje apropiados y para el diseño de secuencias didácticas pautadas por el ciclo de la modelización. Su aplicación enfatiza el carácter social de la elaboración de modelos científicos escolares al permitir su construcción basada en el diálogo docente – estudiante y entre estudiantes y en el marco del aprendizaje significativo y del paradigma socioconstructivista.

Luego de la revisión de los diferentes significados que puede asumir la modelización según el contexto, aun es necesario tener mayor claridad para determinar las pautas de su aplicación en una planificación curricular. No obstante, se puede distinguir algunos rasgos de los momentos en los cuales pueden ser útiles los modelos científicos escolares como la expresión, la exploración, la experimentación, la evaluación y la revisión (Oliva, 2019); los cuales son compatibles con los siguientes aspectos durante el trabajo en el aula: la expresión (presentación del modelo en diferentes formatos), el uso (en diferentes contextos), la evaluación (puesta a prueba del modelo) y la revisión (mejoramiento del modelo) (Couso, 2020).

Es preciso indicar que los modelos científicos escolares “no son versiones simplificadas o incompletas de los modelos científicos de la ciencia profesional, sino una reconstrucción didáctica del conocimiento científico consensuado realizada especialmente para favorecer su enseñanza y aprendizaje” (Couso, 2020, p. 64). Por tanto, los modelos en un momento determinado del proceso de enseñanza-aprendizaje, hacen visible el grado de madurez cognitiva y comunicativa del estudiante, al mismo tiempo que ayuda al docente a plantearse estrategias para ayudarlo a pasar a niveles de comprensión y comunicación de mayor complejidad.

2.2.2.2 Indagación

Al igual que en el caso de la modelización, la indagación también tiene diversas acepciones. Históricamente, se sabe que el término indagación fue utilizado por primera vez en Estados Unidos por John Dewey en respuesta a la educación tradicional cuyo objetivo era la transmisión de conocimientos. Si bien en un inicio la indagación estuvo relacionada a generar cuestionamientos sobre

los fenómenos, a desarrollar estrategias de enseñanza motivadoras, a mantener activos a los estudiantes durante el aprendizaje y a desarrollar las habilidades experimentales, todas estas habilidades estaban focalizadas en el estudiante. A partir de los aportes de John Dewey se establecieron algunas recomendaciones para el desempeño del docente tales como: partir de una necesidad o un problema presentado en una situación significativa, averiguar sobre los saberes previos en relación con el problema y formular hipótesis para comprobarlas a través de la experimentación.

Una definición científica, es la que propone la NRC en la que el término “evidencia” marcó la ruta experimental. Así, la indagación se define como:

...las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia de su trabajo [...] actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas (NRC, 1996, p. 23, citado por Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012)

Por eso, Schwag (2006, citado por Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012) fomenta el uso del laboratorio para promover el trabajo experimental a través del cual se obtienen gran parte de las evidencias. Además, debe reforzarse la indagación con lecturas e informes científicos, debates, interpretación de datos y generación de conclusiones. En consecuencia, el docente debe partir de la experimentación para motivar que los estudiantes indaguen por diferentes métodos científicos y aprendan conocimientos científicos.

Posteriormente, Anderson (2007, citado por Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012) distingue tres maneras de interpretarla: como indagación científica, es decir, la manera en que actúan los científicos para hacer ciencia; como aprendizaje basado en la indagación, desde la perspectiva del estudiante y la enseñanza basada en la indagación, desde la perspectiva del docente.

Para Muñoz-Campos et al. (2020) la indagación puede considerarse como una capacidad cognitiva que los estudiantes deben desarrollar. También, puede considerarse como los métodos que utilizan los científicos para hacer y conocer ciencia, lo que se denomina indagación como método u objeto para hacer ciencia. Del mismo modo, puede considerarse como las estrategias que se utilizan para que los estudiantes aprendan sobre la ciencia, es decir la indagación como estrategia de enseñanza o modelo didáctico.

En la siguiente figura se muestra una caracterización de la enseñanza basada en la indagación propuesta por Banchi y Bell (2008, citado por García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018) y actualizada posteriormente por Reyes-Cárdenas y Padilla (2012), en la cual se precisan los roles del docente y del estudiante, desde la menor hasta la mayor autonomía del estudiante.

Figura 14

Tipos de enseñanza basada en la indagación



Nota. Elaboración propia a partir de Reyes-Cárdenas y Padilla (2012)

Según Jiménez-Liso (2020) la indagación guiada es la más apropiada para brindar al estudiante el soporte necesario y lo orienta hacia una indagación

abierta, en la cual hace uso de una total independencia en el proceso. En consecuencia, el estudiante se informa científicamente, sigue los pasos de la metodología científica y desarrolla su pensamiento crítico, de manera que cuestiona cualquier afirmación que carezca de evidencias.

Tal como se puede apreciar en el siguiente esquema, el estudiante sigue una secuencia didáctica planificada por el docente, la cual se inicia con la formulación de una pregunta de indagación ante la necesidad de elaborar un modelo científico, con la finalidad de buscar evidencias para contrastarlas con sus ideas personales (Jiménez-Liso, 2020). No obstante, la respuesta del estudiante ante las actividades de indagación puede o no estar condicionada por motivos afectivos y motivacionales (Muñoz-Campos, 2020).

Figura 15

Ciclo de indagación



Nota. Elaboración propia a partir de Jiménez-Liso (2020).

Al observar la secuencia del ciclo de indagación, se puede inferir que la mejor manera que el estudiante desarrolle esta competencia es involucrándose y practicándola, sobre todo en la generación de preguntas investigables. Además, se puede apreciar que la enseñanza basada en la indagación va más allá del simple hecho de aplicar los pasos del método científico. La disposición a continuar en el campo de la indagación dependerá en gran parte de las experiencias vividas por los estudiantes en este proceso.

2.2.2.3 Argumentación

Es el acto de comunicar ideas propias e interpretaciones de los resultados apoyados de argumentos con la finalidad de persuadir al oyente de su validez. La palabra *argumentación* hace referencia a *argumento*, que significa “razonamiento para probar o demostrar una proposición o para convencer de lo que se afirma o se niega” (RAE, s.f., definición 1) lo que en términos prácticos implica dar razones justificadas de la ocurrencia de un hecho. Estas razones o fundamentos tienen un carácter mayor que una aseveración o afirmación y pueden venir acompañados de un modelo basado en una analogía, tal como se vio en el punto de la modelización.

Inicialmente, la argumentación se realizaba a través del silogismo, propuesto por Aristóteles, cuya conclusión se obtenía luego del razonamiento inductivo de dos premisas. Sin embargo, esta forma de argumentar difiere de las que ocurren en contextos cotidianos como entrevistas, diálogos entre docente – estudiante, paciente - médico, debates, entre otros. En estos casos, el intercambio de ideas fluye a través de frases o textos más amplios. Por esta razón, Toulmin crea un modelo adecuado para analizar cualquier tipo de

argumentación aplicado a diversas situaciones. Este modelo consta de seis elementos y fueron descritos en el numeral 2.2.1. 6.a.

Para recordar su modelo, vamos a analizar las seis condiciones que Toulmin considera comunes en toda argumentación. Cuando una persona realiza una aseveración y la sostiene como verdadera, la única forma que las demás personas creen que es verdad es solicitándole las bases o argumentos en que se sostiene dicha afirmación. En ese sentido, la persona deberá acudir a los *hechos o datos (D)* que le permiten afirmar dicha aseveración o *conclusión(C)*. De esta manera, Toulmin “distingue entre la conclusión del argumento y los hechos a los que apelamos como sustento de nuestra conclusión” (Chamizo, 2017, p.44).

Sin embargo, muchas veces las demás personas desean saber cómo es que se llega a la conclusión a través de los hechos o datos. En ese caso, se recurre, ya no a más datos o hechos sino a otro tipo de afirmaciones que fortalecerán el vínculo entre los hechos y la conclusión. Toulmin define a estos vínculos como *garantías (G)* y así se procede a analizar los argumentos que nos conducen a la conclusión. Es preciso indicar que, para la defensa de los argumentos se recurre de manera explícita a los datos o hechos; mientras que, a la garantía se recurre de manera implícita. Esto se debe a que esta última asegura la validez de los argumentos y son afirmaciones generalizadas, por lo que toda persona debe aceptarla como verdadera. En consecuencia, si uno de los oyentes rechaza alguna garantía, entonces el rechazo a nuestra conclusión será inevitable.

Continuando con el análisis del esquema de argumentación de Toulmin, lo que sigue a continuación es asegurar que la garantía ratifique la veracidad de

la conclusión a partir de los hechos o datos. Es así como, la garantía cuenta con un *sustento* (S) o quizás con más de uno, dependiendo de cuantos *refutadores* (R) se establezcan en el diálogo.

Chamizo (2017) enfatiza la diferencia entre *sustento* (S) y *garantía* (G) al afirmar que:

El sustento de la garantía es bien distinto a la garantía. Esta última es una afirmación hipotética que sirve como puente entre los datos y la conclusión. En cambio, los sustentos de las garantías pueden ser expresados como afirmaciones categóricas de hechos, de manera muy similar a como se presentan los datos que apoyan las conclusiones. (p. 46)

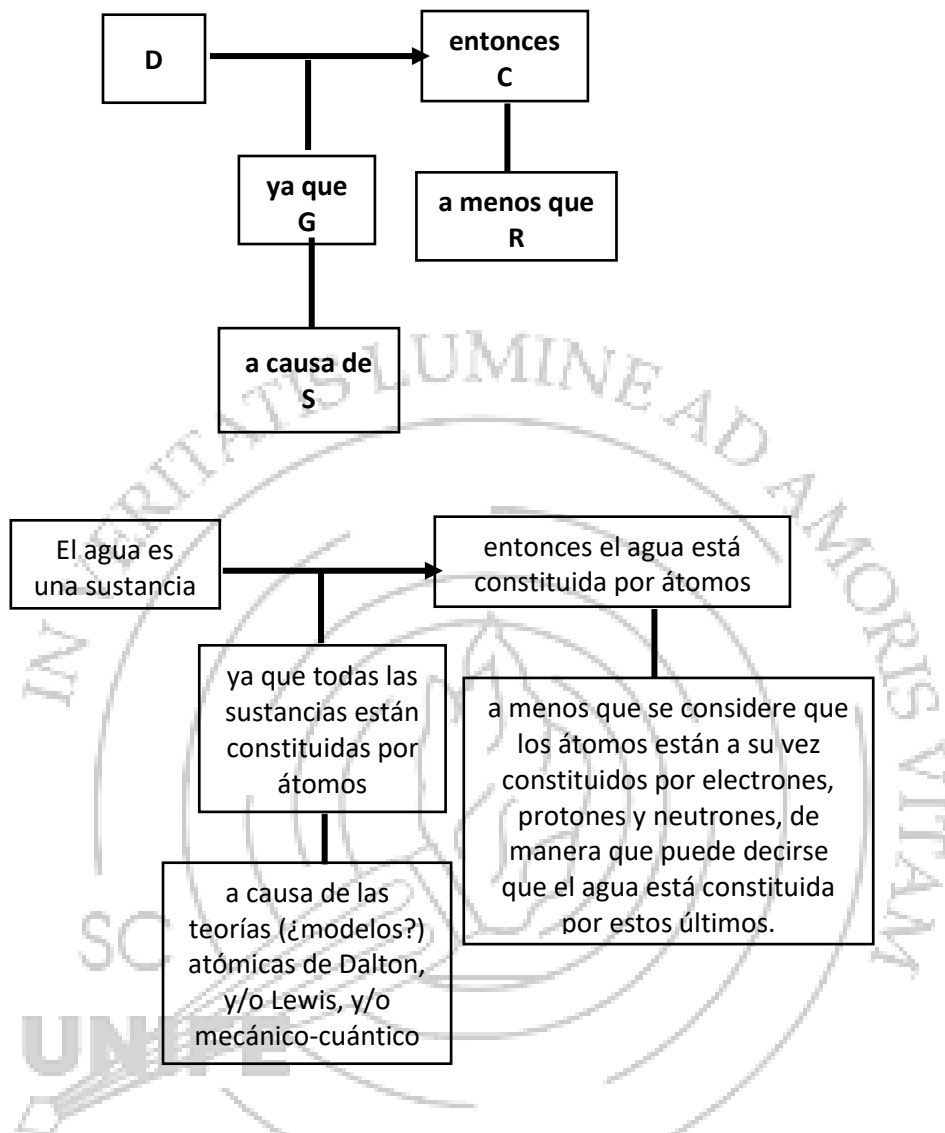
Al ser una adaptación del modelo de Toulmin, el autor deja de considerar a otro elemento presente en el suyo, como son los *calificadores modales* (M), aunque podrían estar considerados de manera implícita en la *garantía* (G).

Al finalizar el análisis se puede evidenciar la fuerza de un diálogo fundamentado o argumentado, en el cual se presentan los datos, garantías, sustento y refutación frente a un diálogo basado exclusivamente en aseveraciones o afirmaciones. Con el intercambio de ideas sin argumentos se inhibe el pensamiento científico; por el contrario, la práctica de la argumentación permite el desarrollo del pensamiento científico y crítico, el desarrollo de una opinión independiente, el desarrollo de la competencia para aprender a aprender, el trabajo cooperativo y la capacidad de poner a prueba toda información que se recibe y evitar aceptarla sin refutación (Jiménez, 2020 y Uskola et al. 2021).

Para ejemplificar este análisis en un caso de la enseñanza de las ciencias naturales en el aula Chamizo (2017) presenta el siguiente ejemplo:

Figura 16

Esquema completo de un argumento



Nota. Ejemplo de un texto argumentativo científico en base al modelo de Toulmin. (Tomado de Chamizo, 2017, p.46)

A través de este ejemplo, podemos darnos cuenta de que el razonamiento o diálogo se da en un contexto escolar, con lo que se pretende desarrollar la competencia argumentativa, pero con fines de consenso, tan igual como lo hacen los científicos cuando se reúnen para debatir los resultados de sus indagaciones.

Sin llegar al contexto polémico, lo que se busca es seleccionar aquella evidencia que resuelva mejor el problema de investigación, la que mejor se encuentre fundamentada, pero utilizando una argumentación razonada.

En ese sentido, la argumentación científica escolar es considerada como una habilidad cognitivo-lingüística muy relacionada con el rendimiento académico, con las habilidades para la discusión, con la comprensión conceptual, con las habilidades del pensamiento científico y con la calidad de los argumentos. Además, es una habilidad esencial para la formación científica ciudadana, ya que mediante su ejercicio se construye el conocimiento científico a través de la crítica, la revisión y la evaluación constante de la calidad de los argumentos (Valenzuela-González y Zúñiga-González, 2020).

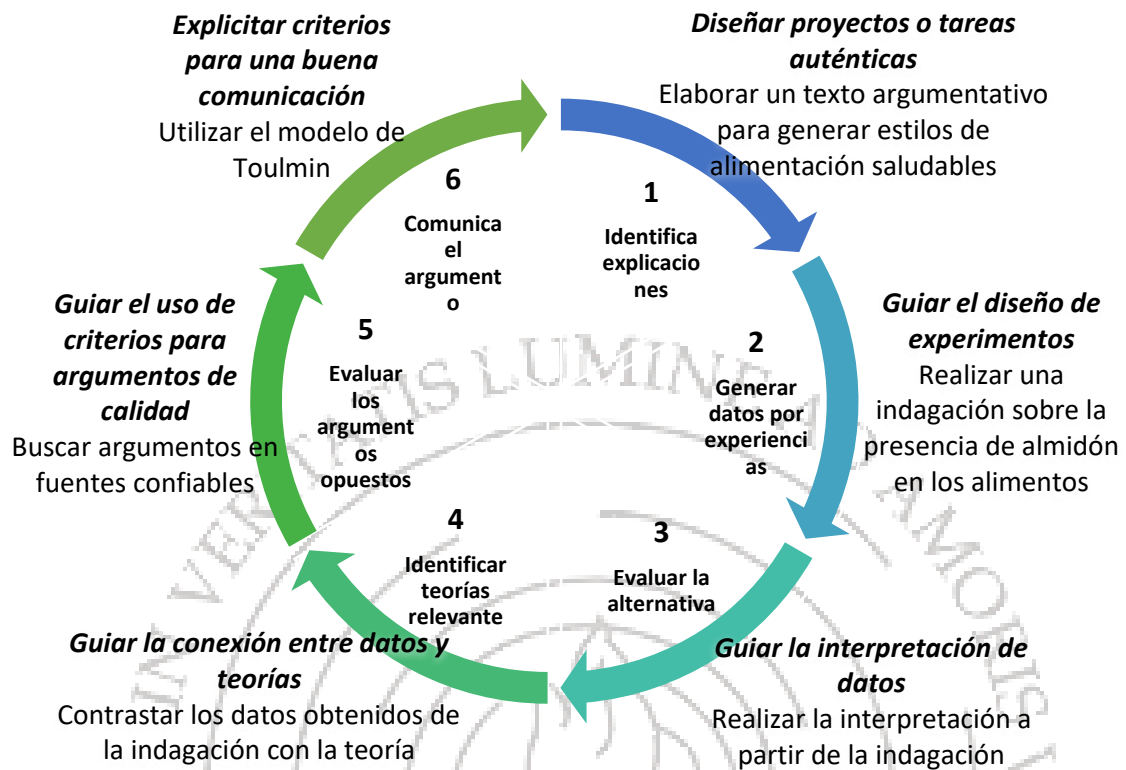
Al respecto, Sanmarti (2009, citado por Ibacache y Merino, 2021) afirma que un estudiante ha desarrollado la habilidad de argumentar cuando:

- (1) categoriza la pregunta propuesta.
- (2) identifica hechos para argumentar.
- (3) infiere posibles relaciones entre sus argumentos.
- (4) selecciona las relaciones más pertinentes.
- (5) organiza los argumentos en forma coherente,
- (6) sabe diferenciar los argumentos científicos de los personales.
- (7) redacta adecuadamente utilizando conectores adecuados.

En esa misma línea, Jiménez (2020) afirma que a argumentar se aprende argumentando, por eso es importante que en el aula se siga el ciclo de la argumentación que se presenta a continuación:

Figura 17

Ciclo de la formación de argumentos



Nota. Elaboración propia a partir de Jiménez (2020).

Analizando, este ciclo se aprecia que existe articulación entre la modelización, la indagación y la argumentación científica y son las que deben desarrollarse en los estudiantes para alcanzar la competencia científica. Por ejemplo, para evaluar modelos es preciso argumentar las razones de su elección; en el ciclo de la modelización coinciden con la segunda, tercera y cuarta etapa relacionadas con la construcción, uso, evaluación y revisión de modelos. Del mismo modo, para definir una estrategia de validación de hipótesis es preciso planificar, diseñar y evaluar un diseño experimental; que coincide con la tercera etapa en el ciclo de la indagación.

Los tres enfoques de las prácticas científicas desarrolladas anteriormente corresponden a la propuesta de Jonathan Osborne quien considera que los estudiantes deben participar de reflexiones, debates y experiencias que los acerque más a las ciencias de una manera vivencial. Mediante el desarrollo de estas prácticas científicas se comprende “cómo se construye el conocimiento y proporciona a los estudiantes gran variedad de estrategias para modelizar y explicar los fenómenos que tienen lugar en el mundo físico desde la ciencia escolar” (Crujeiras-Pérez y Cambeiro, 2018, p. 2). Esta afirmación nos lleva a reflexionar y revisar nuestras prácticas pedagógicas en contraste con los estándares para el ciclo VI y VII que corresponden al nivel secundaria los cuales resumen la intencionalidad de las prácticas científicas.

En el caso de la presente investigación y a partir de la literatura revisada, se puede decir que se enmarca en: la modelización como práctica científica, la indagación como estrategia de enseñanza y la argumentación científica escolar. En ese sentido, el enfoque de las prácticas científicas se evidencia mediante la propuesta de actividades de indagación en las cuales los estudiantes, partiendo de una situación significativa y orientados por una metodología activa, exploran información en diferentes medios, físicos e informáticos utilizando las mismas estrategias que realizan los científicos para construir conocimientos. Luego, ellos sistematizan la información haciendo uso de organizadores visuales o esquemas gráficos que les permitan establecer relaciones causales o explicativas del fenómeno estudiado. Finalmente, los estudiantes fundamentan y argumentan sus hallazgos aplicando las reglas establecidas según Lasa-Aristu y Amor (2016) sobre los criterios de elaboración de los textos argumentativos y considerando los elementos del modelo de Stephen Toulmin.

Es preciso resaltar que, en cada una de las prácticas científicas, los estudiantes desarrollan habilidades cognitivas y procedimentales, ya que constantemente están revisando y contrastando la teoría con los hechos o datos. En la modelización, elaboran prototipos para representar un fenómeno de estudio; en la indagación, aprenden a formular preguntas e hipótesis, a planificar y ejecutar estrategias de indagación, a validar sus hipótesis, a analizar los resultados obtenidos y a comunicar sus hallazgos; y en la argumentación explican de manera fundamentada el nuevo conocimiento.

2.2.2.4 Enseñanza de las ciencias basada en las prácticas científicas

La comunidad internacional de educación científica viene exhortando a todos los gobiernos que asuman estrategias orientadas a mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias, luego de considerar que el conocimiento científico es un componente esencial en la formación del futuro ciudadano. Existen muchas razones para afirmar tal necesidad, pero sin duda, una de ellas es la actitud o decisión que asumen los ciudadanos al enfrentarse a cuestiones sociocientíficas y controversiales. Para tomar una decisión y asumir una postura necesitan comprender, analizar, evaluar, tomar decisiones, argumentar y asumir una postura de manera fundamentada y responsable.

Sin embargo, las investigaciones en educación revelan que, ni los estudiantes ni los docentes cuentan con conocimientos científicos o mejor aún, conocimientos acerca de la naturaleza de las ciencias (García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018). Esto repercute en la práctica pedagógica del docente, ya que podrá utilizar cualquier estrategia metodológica sin una base científica o desconociendo la esencia de la innovación a implementar. De modo que, antes de aplicar una estrategia, ésta se debe contextualizar y adaptar a las diferentes

realidades considerando coyunturas propias de cada localidad. Más aún si se quieren introducir el uso de la tecnología para mejorar los procesos de aprendizaje con el enfoque de las prácticas científicas, el docente debe seleccionar la herramienta pertinente.

La visión del estudiante que trabaja en el aula a manera de científico ha sido ampliamente discutida desde la perspectiva constructivista. Así, surge el método de indagación para el aprendizaje de las ciencias con una influencia de la psicología del aprendizaje, puesto que veía los cambios en los procesos de aprendizaje. Como toda estrategia, su aplicación trae consigo fortalezas y debilidades en su aplicación. El enfoque de las prácticas científicas se suma a las alternativas para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias, enfatizándose en el desarrollo de la argumentación científica. En ese sentido García-Carmona y Acevedo-Díaz (2018), basándose en varios autores presentan algunos aspectos importantes a considerar en una eventual formulación de una propuesta de mejora de la enseñanza de las ciencias siguiendo el enfoque de la naturaleza de las ciencias y del enfoque de las prácticas científicas.

a.- Rol de las preguntas de investigación.

Toda investigación se inicia con la formulación de un problema, el cual es posible de ser investigado. El problema genera la formulación de las hipótesis, el diseño de estrategias de verificación, los modelos que ayudan a la explicación y los recursos a utilizar en toda la investigación. No obstante, algunas investigaciones de tipo descriptivas prescinden de la formulación de una hipótesis.

b.- Importancia de la creatividad y la imaginación.

La investigación científica necesita de la creatividad y la imaginación del investigador para formular el problema y las hipótesis, para desarrollar nuevas estrategias de investigación, para diseñar modelos, representaciones y prototipos que ayuden a verificar su hipótesis o para explicar sus hallazgos. En ese sentido, es necesario el desarrollo de la observación como habilidad que acompaña a todo el proceso.

c.- Rol de la experimentación.

El conocimiento científico surge de la experimentación o comprobación de las hipótesis, aunque algunos provienen de las deducciones lógicas producto de un razonamiento del investigador. Es preciso indicar que para dar mayor validez o credibilidad de los resultados se deben realizar varias comprobaciones o experimentaciones, lo cual permite a realizar los ajustes pertinentes a nivel de métodos, materiales o prototipos.

d.- Métodos científicos.

La mayor parte del conocimiento científico se genera a través del método científico. No obstante, existen diversos métodos, tales como el método hipotético-deductivo, el método inductivo, entre otros, que incluyen procesos de observación, modelado, recogida de información, hipótesis y experimentación. Estos hallazgos se enriquecen con los conocimientos del propio científico o con descubrimientos que ocurren de manera casual o inesperada (serendipia).

e.- El papel de los errores en el desarrollo de la ciencia

Durante el desarrollo de las investigaciones se pueden obtener algunas situaciones o datos que alejan nuestros hallazgos de las respuestas correctas. Estas situaciones por rectificar, llamados errores, nos invitan a reflexionar sobre

las etapas de nuestra investigación. Por ejemplo, la relación entre la hipótesis y el método elegido para su comprobación o los instrumentos para medir las variables. La ejecución de las adecuaciones permite el avance de la ciencia.

f.- Modelos y modelización en ciencia

Los modelos en ciencias son instrumentos muy útiles para representar, explicar y predecir fenómenos del entorno, así como también invitar a imaginar, pensar y comunicar conocimientos científicos. Los modelos o representaciones de los fenómenos son útiles en el desarrollo de la investigación pues brindan información sobre las características y/o funcionamiento de este.

g.- Colaboración y cooperación científicas

El desarrollo de la ciencia exige la participación de la comunidad científica. Por eso, el trabajo colaborativo y en redes científicas es más productivo que un trabajo individual, aun cuando pueda tener la misma significación. Esta forma colaborativa de hacer ciencia es sugerida por las instituciones que pueden financiar el desarrollo de proyectos de investigación.

h.- Interés por las controversias científicas en el avance de la ciencia y las habilidades retóricas de científicos

La ciencia es dinámica y avanza por la rectificación de los errores y también por el consenso de ideas a las que llegan los científicos producto de las diferentes posturas respecto a una controversia científica. Estas discusiones científicas permiten la revisión y actualización de los conocimientos y la generación de nuevas teorías las cuales deben ser presentadas al mundo de manera sencilla para su comprensión. En ese sentido, el o los científicos desarrollan las habilidades de argumentación y persuasión. Por tanto, los temas

controversiales hacen posible una permanente reconstrucción del conocimiento científico.

i.- Comunicación científica

Los resultados de las investigaciones deben ser difundidos a toda la comunidad. Uno de los medios actuales es la difusión a través de los artículos científicos los que se ubican en revistas indexadas, otros se publican en libros, congresos y bases de datos de instituciones públicas y privadas.

j.- Papel de la comunidad científica en la aceptación de nuevos conocimientos

La comunidad científica acepta los nuevos descubrimientos de manera objetiva sin tener influencia de las opiniones o visiones del investigador. Por eso, es importante que las investigaciones sean aprobadas y aceptadas por consenso. Las múltiples discusiones entre los científicos retrasan el avance de la ciencia, aunque luego el nuevo conocimiento adquiera solidez y mayor aceptación.

Luego de haber revisado las condiciones anteriores, los mismos autores García-Carmona y Acevedo-Díaz (2018), presentan 10 principios pedagógicos para la enseñanza de las ciencias en el nivel secundaria según el enfoque del conocimiento de la naturaleza de las ciencias y del enfoque de las prácticas científicas.

a.- Formulación de preguntas

La observación es una actividad que se debe desarrollar en las personas pues lo hace consciente de lo que ocurre en su entorno. Pero para que se inicie un proceso de investigación científica es necesario que se avance hacia la formulación del problema, es decir, hacia la elaboración de preguntas

investigables. Desde el enfoque de las prácticas científicas, estas preguntas pueden ser inicialmente propuestas por el docente y luego dar paso al planteamiento de preguntas por parte del estudiante.

Las preguntas que formule el docente deben generar procesos de reflexión sobre las causas que originan un fenómeno específico. Además, el lenguaje utilizado debe despertar la curiosidad del estudiante y plantearle retos que lo motiven a iniciar una búsqueda de información para experimentar. Preguntas tales como: ¿Qué observas...? ¿Por qué crees que sucede...? ¿Qué pasaría si...? pudieran ser algunos puntos de partida de la investigación.

Ahora bien, desde la mirada del estudiante, se puede decir que ya tienen la capacidad de hacer preguntas desde edades tempranas, es decir, de manera innata. Sin embargo, sus primeras interrogantes carecen del alcance de una pregunta de carácter científico. En general, las preguntas planteadas por los estudiantes, al margen del nivel educativo en que se encuentren, son de tipo descriptivas, pero casi nunca de tipo experimental. Es aquí donde el docente debe guiar el proceso de la formulación de preguntas científicas, de acuerdo con el nivel educativo, a través del ensayo error.

b.- Creatividad e imaginación

En la investigación científica es preciso que el docente desarrolle la creatividad y la imaginación a través de preguntas abiertas que promuevan el pensamiento divergente del estudiante. Las preguntas de este tipo promueven situaciones de aprendizaje abierto, es decir, motivan la generación de diversas posibilidades de responder la pregunta de investigación. En ese sentido, los estudiantes se esfuerzan por contribuir con algo novedoso, inédito, al imaginar soluciones, al proponer sus propios modelos del fenómeno en estudio, al utilizar

materiales a su alcance para fabricar pequeños instrumentos, entre otros. Algunas preguntas de este tipo podrían ser: ¿Qué harías si tú fueras...? ¿Cómo podrías resolver...?

c.- Experimentación

La experimentación es la etapa que caracteriza a la investigación científica. Esta etapa es importante porque los estudiantes entran en contacto con materiales, instrumentos y los lleva a actuar como científicos. Sin embargo, dependiendo del fenómeno de estudio, resulta una mejor alternativa la demostración experimental del docente, pero seguido de preguntas reflexivas hacia los estudiantes. En este caso, se les puede animar a que contribuyan con actividades de búsqueda de información para la etapa de la discusión de resultados o para la argumentación científica.

d.- Diversidad de procedimientos

En la investigación científica se utilizan diferentes métodos, en respuesta a los diversos enfoques, estrategias o modos de ver al fenómeno en estudio. Por eso, es importante el desarrollo del pensamiento divergente para tener apertura a múltiples formas de abordar la investigación. Por esta razón, los métodos como el aprendizaje basado en problemas (ABP), la enseñanza de las ciencias basadas en la indagación (ECBI), entre otros se suman al método científico como una forma de aprender ciencias. No obstante, la orientación y el acompañamiento del docente en todo el proceso son muy necesarios ya que, los estudiantes pueden tener algunas dificultades en cualquier etapa de la investigación. Este acompañamiento del docente debe mantener el reto o desafío del estudiante por encontrar el camino a seguir, más que dar una respuesta inmediata a su interrogante.

e.- Errores como oportunidad

Las competencias científicas en los estudiantes se desarrollan por la reflexión sobre los errores cometidos durante la investigación científica. De esta manera los errores son un medio para el aprendizaje constructivo. Esto implica hacer que los estudiantes comprendan que en la ciencia hay limitaciones y errores por diferentes motivos: de cálculo, de calibración de instrumentos, de observación, entre otros. Esto desarrolla también las actitudes del científico entre ellas la paciencia y la perseverancia, a la vez que ayuda a controlar la frustración pues los estudiantes deben entender que los errores son parte del aprendizaje constructivo.

f.- Modelado

La modelización científica debe ser una estrategia integrada en el aprendizaje de las ciencias en el aula debido a que forma parte de los procesos de la investigación científica. Sin embargo, su transferencia o integración es muy limitada debido a su naturaleza compleja y multifacética de los modelos científicos tal como lo afirma Acevedo-Díaz et al (citados por García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018). Esto dificulta su comprensión y posterior aplicación por docentes y estudiantes. Por eso, una alternativa para su aplicación es el uso de analogías según Aragón et al, y Oliva et al, (citados por García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018). Este recurso es utilizado por los docentes y motivado a ser realizado por los estudiantes para representar un fenómeno de estudio y luego poder explicarlo.

g.- Cooperación y trabajo en equipo

La ciencia es el resultado del trabajo colectivo entre los científicos, por tanto, es necesario generar el trabajo colaborativo y cooperativo entre los

estudiantes. Estas formas de trabajo científico se basan en el enfoque constructivista de Vigotsky, el cual se centra en un aprendizaje a través del diálogo permanente en dos niveles: con sus pares y con el docente. Según Salmerón (2013, citado por García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018), la interacción entre varios estudiantes genera respuestas al problema de investigación con mejores argumentos ya que al interior del diálogo o debate se fortalece la capacidad de llegar a un consenso. Aquí tiene mucha importancia la presencia del docente para generar momentos de reflexión al interior del grupo para identificar el proceso para llegar a un consenso.

h.- Argumentación y discusión

Para comunicar las ideas o hallazgos luego de una investigación científica, es preciso que los estudiantes desarrollen la habilidad de argumentar sus ideas. Para ello utilizan datos, buena retórica y sobre todo evidencias para convencer a sus compañeros de sus resultados. Por lo tanto, la discusión de las ideas a través de la argumentación debe ser una estrategia del aprendizaje de las ciencias en el aula. En ese sentido, McDonald (2017, citado por García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018) afirma que existe una fuerte correlación entre opiniones bien informadas y la presentación de argumentos de calidad y esto se observa cuando el docente propone la discusión sobre temas controversiales, cuestiones científicas y sociocientíficas a nivel histórico y contemporáneo con la finalidad de mejorar la competencia de la argumentación científica.

i.- Comunicación

Una de las etapas importantes luego de llegar a las conclusiones es la divulgación de los resultados y en ese aspecto resulta necesario motivar a los estudiantes a socializar a través de cualquier medio, físico o virtual, los hallazgos

de sus indagaciones. Esto implica que ellos también acceden a los resultados de sus compañeros, de manera que a futuro puedan analizar textos, revistas, noticias, sitios web y artículos científicos de mayor complejidad, entre otros. Esto contribuye a ampliar su vocabulario científico, a mejorar las estrategias de búsqueda, a tener mayor interés por las lecturas científicas y a tener mayores argumentos para opinar.

j.- Evaluación

Durante el trabajo científico en el aula se debe promover momentos de autoevaluación y coevaluación sobre los procesos realizados en la investigación científica. En efecto, este proceso si bien por cuestiones de orden se cita al final, no implica que se aplique solo al final del proceso de la investigación sino de manera transversal en cada etapa. De esta manera, la decisión de cambiar de estrategia de trabajo, de elegir un material por otro a utilizar en la elaboración de los modelos científicos pasa definitivamente por procesos de reflexión y evaluación. Tanto la autoevaluación como la coevaluación forman parte de la evaluación formativa y contribuyen a regular el aprendizaje durante la investigación científica ya que permiten ser consciente de las limitaciones y superar las dificultades.

Luego de la revisión y análisis de los 10 principios, el reto está en cada docente de ponerlos en práctica mediante la generación de situaciones de aprendizaje contextualizadas y siguiendo las preguntas orientadoras en cada principio. De esta manera, los estudiantes abordarán de manera diferente el estudio de las ciencias mediante las prácticas científicas.

Asimismo, es preciso indicar que el enfoque basado en las prácticas científicas expande la visión de la enseñanza - aprendizaje de la ciencia evitando

centrarse solo en una de las competencias que la componen (modelización, indagación y argumentación). Esto evita, por ejemplo, la inadecuada interpretación del término “indagación”, reducido muchas veces a la realización de prácticas de laboratorio o de los múltiples significados que se le da a este vocablo (García – Carmona, 2021).

Tal como se ha visto anteriormente, se trata de la integración de las prácticas científicas epistémicas, es decir, aquellas que tienen relación con la generación del conocimiento científico por medio de la razón. Sin embargo, también es necesario considerar otros contextos influyentes en la construcción del conocimiento científico como el social, económico, político, afectivo o emocional y que García – Carmona (2021) lo denomina prácticas científicas no epistémicas.

2.2.3 Aporte de la neurotecnología educativa a las prácticas científicas

El perfil actual de los estudiantes inmersos en una sociedad de la globalización caracterizada por el paradigma del conectivismo hace que nos preguntemos sobre las modificaciones internas a nivel biológico, entre ellas la evolución del funcionamiento del cerebro como producto de la influencia de la tecnología. En ese aspecto, la neurociencia aporta conocimientos sobre las redes funcionales cerebrales que se generan frente al estímulo tecnológico, de la cual se encarga la neurociencia cognitiva.

Al respecto, en una investigación dirigida por el neurocientífico estadounidense Gary Small (citado por Pradas, 2017) concluye que “Internet no ha cambiado solamente la forma en que las personas producen, crean contenidos, se comunican y se divierten. Altera, además, el funcionamiento de cerebro” (p. 15). En consecuencia, debido a que los recursos tecnológicos son

una motivación inevitable para los estudiantes, sobre todo en el aula, se debe aprovechar pedagógicamente para estimular las zonas cerebrales relacionadas con el pensamiento divergente, muy favorable para desarrollar la habilidad de la argumentación. El desarrollo de este tipo de pensamiento, entre otras habilidades como el pensamiento crítico, pensamiento científico, la creatividad, mediadas por la tecnología, se potencian y una de las maneras de evidenciarse es a través de la capacidad de emitir argumentos científicos de manera eficiente.

Igualmente, el desarrollo del pensamiento está relacionado con la madurez del cerebro y en particular con el lóbulo frontal y sus conexiones neuronales. El análisis y tratamiento de la información, que implica su uso, se puede realizar a partir de formatos tradicionales (textos, revistas, enciclopedias y otros) o a partir de formatos multimedia (integra texto, imagen, sonido, movimiento y posibilidad de hipervincular con otros documentos). Sin duda, el formato multimedia potencia el pensamiento, ya que genera mayor estímulo para la formación de redes sinápticas. Por eso, Pradas (2017) afirma que con el uso de la tecnología se estimulan el lóbulo frontal y ambos hemisferios cerebrales potenciando su funcionamiento. La decisión del uso de una de estas formas de presentación de la información muchas veces carece de la atención de los docentes reincidiendo en la rutina del uso de los medios tradicionales.

Por esta razón, ante la emergencia de la neurociencia y su estrecha relación con el aprendizaje y la enseñanza, el nuevo reto es que el docente conozca, además de las competencias digitales, la manera cómo se estimulan o potencian los procesos de aprendizaje en base al conocimiento del funcionamiento del cerebro, en especial del encéfalo, y su relación con el uso de la tecnología, la didáctica, las emociones y motivación de los estudiantes. Del

mismo modo, es necesario que comprenda la relación entre neuroplasticidad y aprendizaje. Esto le permitirá repensar su forma de trabajo, innovar su metodología y las actividades que propone a sus estudiantes e integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de manera pertinente. (Casanova, 2021).

La neuroplasticidad o plasticidad cerebral se define como la capacidad que tiene el cerebro para recuperarse, reestructurarse y adaptarse a nuevas situaciones de aprendizaje; lo cual se da a través de la generación de nuevas conexiones neuronales originadas por la estimulación diaria y la exposición a experiencias del entorno (Harper, 2019; Demera y López, 2020). Esta es la base de los aprendizajes, de los cambios de hábitos y de la generación de comportamientos. En ese sentido, los estímulos tienen un rol importante en el aprendizaje, más aún si son digitales. La gimnasia cerebral es una de las actividades que se debe utilizar en el aula para ejercitar el pensamiento divergente, la resiliencia y la resolución de problemas.

A este concepto se suma el de memoria de trabajo, que se refiere a la memoria temporal en donde se procesa la información de manera consciente y se establece una relación significativa con la información conocida. Este tipo de memoria es de capacidad limitada por lo que es motivo de investigación. Se trata de averiguar si la plasticidad cerebral influye de manera positiva en cuanto a la adaptación al entorno digital; sobre todo por la gran cantidad de información que los adolescentes y jóvenes manejan a través de internet. Los resultados afirman que existe una aparente reducción de la memoria de trabajo; ya que lo que realmente aumenta es el grado de distracción debido a los dispositivos electrónicos a su alcance (Sousa, 2018).

2.2.3.1 Aproximaciones conceptuales de neurotecnología educativa

Un nuevo planteamiento metodológico requiere del conocimiento de las características de los estudiantes. Desde el punto de vista de la Neurociencia, el conocimiento se amplía hacia el funcionamiento del cerebro ya que si el docente conoce cómo aprende el estudiante, podrá tener mejores resultados respecto al logro de los aprendizajes. En ese sentido, Hashem et al. (2019) presenta el método de aprendizaje basado en el cerebro propuesto por Hart en 1986 basado en doce principios de Renate Caine y Geoffrey Caine y son los siguientes:

Principio 1: El cerebro es un procesador en paralelo.

Principio 2: El aprendizaje involucra toda la fisiología.

Principio 3: La búsqueda de significado es innata.

Principio 4: La búsqueda de significado ocurre a través de patrones.

Principio 5: Las emociones son fundamentales para el patrón.

Principio 6: El cerebro procesa simultáneamente las partes y el todo.

Principio 7: El aprendizaje involucra tanto la atención focalizada como la percepción periférica.

Principio 8: El aprendizaje siempre involucra procesos conscientes e inconscientes.

Principio 9: Tenemos al menos dos tipos de memoria diferente.

Principio 10: El aprendizaje es un proceso evolutivo.

Principio 11: El aprendizaje se incrementa por el desafío y se inhibe por la amenaza.

Principio 12: Cada cerebro está organizado de manera única.

Asimismo, según Romero et al. (2021) consideran que las inteligencias múltiples propuestas por Howard Gardner también son un factor decisivo en el modo de aprendizaje del estudiante y en el modo de enseñanza del docente. Si recordamos las ocho inteligencias que son: (1) Inteligencia visual-espacial, (2) Inteligencia corporal-kinestésica, (3) Inteligencia musical, (4) Inteligencia intrapersonal, (5) Inteligencia interpersonal, (6) Inteligencia naturalista, (7) Inteligencia lingüística y (8) Inteligencia lógico-matemática; podemos inferir que cada habilidad es desarrollada por un sector del cerebro y que estos estímulos deben ser considerados en la planificación curricular. Según esto, los maestros deben considerar diferentes formas de presentar la información a los estudiantes para activar la memoria de trabajo.

Según Pradas (2017), la Neurotecnología educativa “es una nueva ciencia del aprendizaje, con base en el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro humano y la metodología utilizada en el empleo de la tecnología en el aula” (p. 12). Esta nueva ciencia emerge en momentos en que los estudiantes se desenvuelven en un mundo altamente influenciado por la tecnología, en la que la información se encuentra a su alcance y por diferentes medios, en la que la comunicación trasciende a los espacios geográficos y se constituyen redes virtuales de interacción y en la que existen novedosas herramientas digitales que permiten desarrollar la creatividad en la generación de objetos virtuales.

Ante este gran desafío, se requiere de una educación en la cual se utilicen los recursos tecnológicos como herramientas cognitivas para potenciar el pensamiento crítico y proyectar el desarrollo de procesos cognitivos superiores (Aparicio, 2018) lo cual favorece la argumentación científica escolar. En consecuencia, en el marco de las competencias del área de Ciencia y tecnología,

es necesario realizar innovaciones hacia el aprendizaje de procesos de indagación orientados a la comprensión de los fenómenos naturales y a la explicación científica con argumentos válidos.

2.2.3.2 Teorías neurocientíficas en la construcción del conocimiento

Desde la visión de la neurociencia, Caicedo (2017) e Ibarrola (2014) hacen referencia a las siguientes teorías neurocientíficas que tienen efectos en los procesos de la construcción del conocimiento y que se deben considerar para implementar estrategias metodológicas innovadoras en las aulas.

a.- Teoría del cerebro triuno.

Esta teoría fue propuesta por Paul McLean en 1978 y en ella afirma que el cerebro humano está formado por tres estructuras interconectadas y superpuestas que se formaron en orden de evolución: el sistema o cerebro reptiliano, el sistema límbico y el neocórtex.

El cerebro o sistema reptiliano, formado por el tronco encefálico y cerebelo, permite al ser humano la supervivencia, el mantenimiento general del cuerpo a través del buen funcionamiento de los sistemas; por lo que es el responsable de las acciones y comportamientos en los cuales no intervienen el pensamiento, razonamiento ni el sentimiento. Este sistema permite al ser humano actuar en función del presente y ante situaciones de riesgo, peligro o estrés sin considerar las consecuencias de la acción.

El cerebro mamífero o sistema límbico está formado por la amígdala, el hipocampo, el tálamo y el hipotálamo y cada una tiene una función específica. Así, la amígdala es el centro de las emociones y de los recuerdos que la acompañan; el hipocampo se encarga de llevar los recuerdos de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo y es el responsable de la generación de

los traumas y fobias; el tálamo es la estación donde llegan todas las sensaciones excepto las del olfato y el hipotálamo controla las condiciones de temperatura corporal, los niveles de azúcar y hormonales en sangre y las reacciones emocionales. En general, al sistema límbico se le responsabiliza de ser el centro de la emotividad, de los sentimientos y deseos entre otras expresiones.

El cerebro humano o neocórtex, formado por la corteza cerebral y los dos hemisferios cerebrales, derecho e izquierdo, unidos por el cuerpo calloso. Sus funciones están distribuidas en cuatro lóbulos: el lóbulo frontal, encargado principalmente de la creatividad, control de impulsos, asociación de palabras, asignación de significados, movimientos voluntarios, resolución de problemas, toma de decisiones y planificación; el lóbulo occipital, responsable del ingreso de la información visual en cualquier formato; el lóbulo parietal, permite el reconocimiento de rostros, tener conciencia de sensaciones como el tacto y la presión; y el lóbulo temporal, encargado de la audición, la memoria, el lenguaje receptivo, de la evocación de los recuerdos, entre otros.

Entonces, según esta teoría nuestras actividades diarias, incluyendo las actividades escolares se desarrollan a través del funcionamiento integral y simultáneo de los tres “cerebros”. Por eso, es fundamental proponer actividades a los estudiantes que los involucren de manera cognitiva y emocional para lograr los propósitos de aprendizaje.

En la siguiente figura se muestra la ubicación exacta de los sectores del cerebro antes mencionados y sus funciones específicas:

Figura 18

Teoría del cerebro triuno



Nota. Imagen tomada de <https://bit.ly/3Ryw6BJ>

b.- Teoría del cerebro total o base del aprendizaje

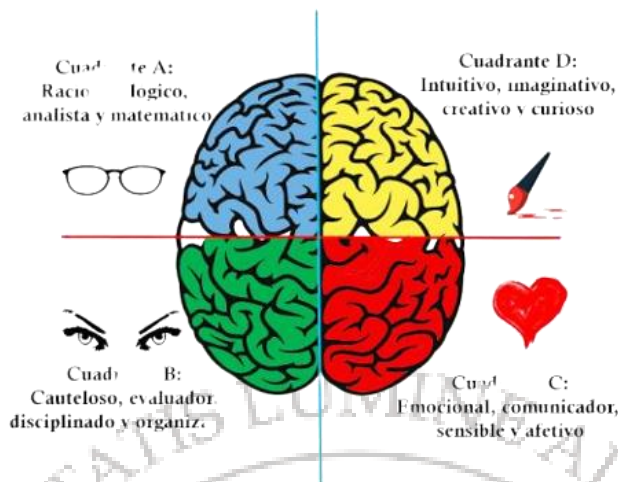
Esta teoría fue propuesta por Ned Herrmann en 1989 y en ella propone que el cerebro tiene dos partes: una superior o cortical y una inferior o límbica. A su vez, cada parte se subdivide en dos áreas: derecha e izquierda, dando como resultado cuatro cuadrantes con sus respectivas funciones.

El cuadrante A que corresponde al lóbulo superior – izquierdo se relaciona con el pensamiento analítico, cuantitativo y la reflexión crítica; el cuadrante B que corresponde al lóbulo inferior – izquierdo se relaciona con la ejecución de acciones, la administración, la priorización, el seguimiento y la evaluación de acciones; el cuadrante C que corresponde al lóbulo inferior – derecho se relaciona con la comunicación, las relaciones interpersonales y el trabajo colaborativo; y el cuadrante D que corresponde al lóbulo superior - derecho se relaciona con la creatividad, la imaginación y la intuición.

En la siguiente figura, se observa con detalle los cuatro cuadrantes cerebrales y sus respectivas funciones:

Figura 19

Teoría del cerebro total



Nota. Imagen tomada de <https://bit.ly/3d2xKfG>

A partir de esta teoría se determinan los estilos de procesamiento de información que corresponden a estrategias específicas que el docente tendrá en cuenta al momento de planificar sus actividades. Por tanto, las situaciones de aprendizaje deben elaborarse con relación a temas de interés de los estudiantes; de manera que se identifiquen con ellas; de manera que el aprendizaje debe ser contextualizado y significativo. Del mismo modo, los ambientes de aprendizaje deben propiciar la imaginación, la creatividad y la innovación, tanto individual como grupal. Así, el trabajo cooperativo, la búsqueda de información y la construcción del conocimiento en relación con temas de interés se convierten en los pilares de la activación de las habilidades de pensamiento superior.

c.- Teoría de los hemisferios cerebrales

Esta teoría fue propuesta por Roger Sperry y colaboradores en 1973. En esta teoría, los científicos afirman que el cerebro se divide en dos hemisferios: derecho e izquierdo los cuales están unidos por el cuerpo caloso y que cada uno de ellos procesa la información de manera diferente, lo cual es diferente a que

cada hemisferio procese o realice habilidades diferentes. Es decir, la actividad mental que desarrolla cada hemisferio con la información recibida es específica, pero se complementan. Así, “en el cerebro humano cada mitad o cada hemisferio tiene su propia forma de conocimiento, su propia manera de percibir la realidad externa, pero siempre actuando en forma complementaria uno con otro” (Caicedo, 2017, p. 65).

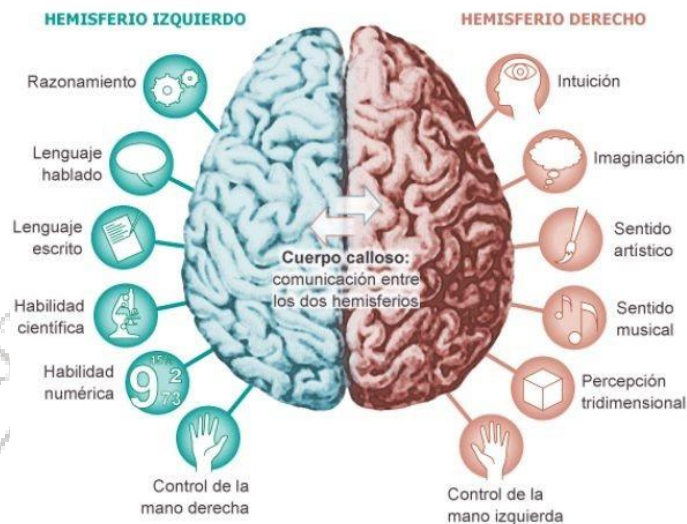
En consecuencia, el hemisferio derecho percibe la información a partir de imágenes, símbolos y sentimientos de manera global, holística e intuitiva; procesa la información de manera divergente y entonces puede crear ideas a partir de la imaginación y fantasía. Por su parte, el hemisferio izquierdo percibe la información de manera específica, secuencial, analítica, paso a paso, de forma lógica y lineal; procesa la información de manera convergente y entonces puede analizar, abstraer, contar, planear procedimientos, pensar en palabras y números.

Según lo descrito en el párrafo anterior, cada hemisferio controla diferentes formas de pensamiento, pero a pesar de ello, el ser humano utiliza todo su cerebro. En ese sentido, es importante que los docentes estimulen la actividad de ambos hemisferios con la finalidad de realizar de manera óptima los procesos de búsqueda de información y construcción del conocimiento. Una manera de lograrlo es a través de los organizadores visuales como esquemas resumen, cuadros sinópticos, mapas mentales, diagramas o mapas conceptuales que se solicitan a los estudiantes para el procesamiento de la información. Otra forma es estimular la observación, la comparación, el análisis y la creatividad en la elaboración de sus modelos científicos escolares. Ambas

alternativas se desarrollan con las prácticas científicas, una de las categorías de estudio de la presente investigación.

Figura 20

Teoría de los hemisferios cerebrales



Nota. Imagen tomada de <https://bit.ly/3QBdjinY>

Luego de haber desarrollado de manera breve las teorías neurocientíficas se precisa que es necesario, como docentes, conocerlas para poder entender nuevas formas de aprendizaje los cuales se encuentran influenciados por los estímulos externos en constante cambio. Sin duda, urge la necesidad de replantear nuestras estrategias de enseñanza, más aún si se trabaja con el enfoque por competencias.

2.2.3.3 Nuevas metodologías para nuevos aprendizajes

La presencia de la tecnología en el proceso educativo es una oportunidad para acercar a docentes y a estudiantes a la información. Si la finalidad es buscar argumentos o evidencias, esto exige, sobre todo a los estudiantes, contar con habilidades para gestionar la información, es decir, seleccionar fuentes

confiables y acordes al objetivo de la búsqueda, organizar la información, establecer relaciones entre los argumentos, entre otros. Por esta razón, la innovación metodológica con énfasis en el tratamiento de la información se convierte en un reto constante para el docente.

En ese sentido, Pradas (2017) afirma que se debería “elaborar un nuevo modelo que se centre en determinar cómo los niños aprenden en sus cerebros y cuáles serían las estrategias psicopedagógicas y neuropsicológicas más adecuadas para este aprendizaje” (p. 27). En consecuencia, y dado que los estudiantes se desenvuelven en entornos digitales, conviene que el docente proponga actividades, ya sea a distancia o presencial, dado que el aprendizaje se extiende más allá de las aulas.

Entonces, tomando en cuenta la definición de neurotecnología educativa establecida por Pradas (2017), se puede afirmar que la integración de los recursos tecnológicos responde a una intencionalidad pedagógica y una intencionalidad tecnológica. En concordancia con esta definición y para el caso de esta investigación, la primera intencionalidad está dirigida a desarrollar la argumentación científica y la segunda, a la selección del recurso tecnológico pertinente. Según Pradas (2017), la nueva propuesta metodológica debe incluir los siguientes elementos:

a.- Contextualización:

Consiste en colocar el objeto de estudio en un contexto específico, el cual se ha generado mediante la combinación de elementos de manera intencionadas. Existen tres razones básicas para la contextualización: el cerebro procesa y retiene información con significado, el contexto genera motivación y además genera la necesidad de aprehender el nuevo conocimiento.

b.- Objetivos:

Denominado por la autora como previsiones cognitivas de los resultados que se pretende con el aprendizaje, consiste en que el estudiante, antes de usar la tecnología, debe ser consciente de tres objetivos: convertir la información en conocimiento, aprender a aprender y usar correctamente la tecnología, lo cual implica el desarrollo de valores. Los objetivos se relacionan con los siguientes procesos: planeación, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación, memoria de trabajo, fluidez, solución de problemas complejos, flexibilidad mental y generación de hipótesis. Estas funciones ejecutivas se ubican en la zona dorsal del cerebro.

c.- Profesor:

Es una persona sensible hacia la nueva forma de aprender de sus estudiantes, es el mediador o facilitador del conocimiento, considera acciones antes, durante y después del aprendizaje, ayuda a la transferencia y evaluación de los aprendizajes de los estudiantes, conoce dónde se encuentran sus estudiantes en términos de aprendizaje y sabe a dónde deben llegar, aprende de su experiencia y de la de sus pares recreando y compartiendo estrategias.

d.- Alumno:

Es un integrante de la generación Z, desde los aportes de la neurociencia se sabe que cada cerebro funciona de manera diferente, según la edad y está determinado por factores genéticos, de socialización y de aprendizajes previos. Además, su aprendizaje es producto de la plasticidad cerebral; a esto se agrega su disponibilidad hacia el aprendizaje, así como su actividad durante todo este proceso.

e.- Instrumentos:

Los recursos tecnológicos son los instrumentos cognitivos que favorecen, desarrollan y mejoran las condiciones de la mente humana orientados hacia la construcción del conocimiento. En ese sentido, más que brindar o facilitar el acceso a la información, estos recursos potencian, amplían y mejoran la capacidad de los estudiantes para construir conocimientos o argumentos, en nuestro caso. Por esta razón, es muy importante que el docente seleccione los recursos y herramientas tecnológicas para desarrollar las actividades programadas y alcanzar los propósitos programados. Estos recursos tecnológicos responden al desarrollo de los sistemas funcionales cerebrales.

f.- Procesos y actividades:

En un contexto tecnológico el aprendizaje está orientado por el aprender a aprender, en el cual se consideran procesos como: planificar la tarea, seleccionar y organizar información, actuar de manera crítica y creativa, transferir y aplicar los conocimientos. Si el estudiante sigue esta ruta, su aprendizaje será de calidad; de lo contrario, continuará siendo mecánico a pesar del uso de la tecnología. En este aspecto, lo más importante es que las actividades sean experiencias de aprendizaje significativas más que la cantidad de recursos tecnológicos utilizados. Esto quiere decir que, las actividades con el uso de recursos tecnológicos deben permitir que el estudiante desarrolle habilidades de comprensión y expresión, resolver problemas reales, explorar, indagar, descubrir, comprobar o discutir, en nuestro caso, argumentar. Es decir, debe desarrollar las funciones ejecutivas y las habilidades del pensamiento.

g.- Evaluación:

Está orientada a una evaluación cualitativa en la que se evalúa la comprensión, la adquisición de estrategias, el aprender a aprender, la capacidad de autorregulación y las capacidades o críticas o creativas.

Normalmente, una de las maneras en que los estudiantes evidencian el desarrollo de las competencias del área de Ciencia y Tecnología es a través de las explicaciones que ellos mismos evocan, con sus palabras, sobre hechos o fenómenos de la vida cotidiana. Para ello, los docentes organizan diferentes estrategias y momentos dentro de la sesión cuyos elementos se asemejan a la propuesta de Pradas (2017). Sin embargo, raramente se propone la elaboración de textos argumentativos, puesto que, los docentes manifiestan inseguridad o desconocimiento de los modelos argumentativos o de la enseñanza basada en las prácticas científicas. En consecuencia, la “capacidad argumentativa” de los estudiantes se reduce a una sencilla conclusión de la indagación.

Por tanto, considerando que la competencia argumentativa se ve influenciada por el contexto entre otros estímulos que otorgue la organización de los espacios en el aula, física o virtual, a todo lo cual García-Carmona (2021) define como prácticas no epistémicas, se propone innovar la planificación en base a la propuesta antes descrita por Pradas (2017).

Con la finalidad de establecer la diferencia de la argumentación en un aula tradicional y un aula innovadora, Xie y So (2012), señalan que su aplicación en un aula tradicional tiene como propósito que los estudiantes lleguen a la respuesta correcta. El docente tiene el rol de autoridad, por tanto, inicia y dirige las discusiones, es el único que formula las preguntas de tipo cerradas y evalúa las respuestas de los estudiantes. Por otro lado, los estudiantes juegan un rol

pasivo en la discusión, solo responde con frases sencillas y cortas y carecen de protagonismo durante toda la discusión.

Por el contrario, el propósito de la aplicación de la argumentación en un aula innovadora va más allá de solo llegar al conocimiento. En este caso, se persigue comprender un fenómeno para explicarlo con base a la generación de argumentos, es decir, paralelamente los estudiantes comprenden el fenómeno y aprenden a dar razones fundamentadas. Aquí la indagación es importante ya que brinda evidencias o argumentos científicos. Además, en estos ambientes cualquier estudiante o incluso el docente pueden iniciar con la formulación de preguntas, las cuales a diferencia de las que se proponen en un aula tradicional, son abiertas. Este tipo de preguntas genera mayor diálogo entre los estudiantes haciendo que sean los protagonistas de la construcción de sus conocimientos.

2.2.3.4 Fundamentos tecnológicos

Un aula innovadora en donde interactúan estudiantes y docentes caracterizados por la sociedad del conocimiento se enriquece con la integración de la tecnología. El uso de recursos lúdicos colaborativos como *Kahoot*, *Quizziz* o *Mentimeter*, la interacción y el análisis de casos con los *Phet simuladores*, la búsqueda de información en fuentes confiables, el uso de videos educativos, entre otros, son algunos ejemplos de esta tecnología.

La propuesta metodológica de Pradas (2017), descrita en el punto anterior, se fortalece con el uso adecuado de estos recursos, lo cual implica, desde la Neurotecnología educativa, elegir la herramienta adecuada al propósito educativo, el cual puede ser: presentar la información, involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje interactivo, ejercitar el pensamiento crítico, habilidades y procesos cognitivos superiores, resolver problemas o retos

propuestos, explicar los fenómenos del entorno, establecer redes de comunicación para elaborar recursos o desarrollar investigaciones colaborativamente, entre otros.

Esta presencia de la tecnología en el contexto de aprendizaje de los estudiantes permitió la evolución de las tradicionales teorías del aprendizaje a las siguientes:

a.- Socioconstructivismo:

Esta teoría fue propuesta por Philippe Jonnaert en el 2001, quien combina las visiones de la teoría sociocultural con la teoría constructivista al afirmar que el aprendizaje ocurre en consideración del entorno social, cultural y lingüístico, pero también en una construcción colectiva entre los docentes y los estudiantes en interacción con la información objeto de aprendizaje; todo desarrollado en un ambiente organizado y con propósitos definidos (Pliego et al., 2020). Esta teoría presenta las siguientes características:

- Los conocimientos se construyen, mas no se transmiten.
- Los conocimientos son temporalmente viables y están en constante evolución.
- Los conocimientos requieren una práctica reflexiva.
- Los conocimientos están situados en contextos y situaciones pertinentes en relación con las prácticas sociales específicas.

El socioconstructivismo es una de las teorías del aprendizaje que es compatible con el desarrollo de las competencias por cuanto entiende que el aprendizaje responde a una construcción social. Entonces, si la argumentación científica es una competencia que forma parte del enfoque de las prácticas

científicas, esta debe construirse en conjunto. De ahí que los debates en las clases de ciencias sean una forma de construir conocimientos al mismo tiempo que se desarrolla la competencia de la argumentación científica. Por tanto, si los conocimientos y las competencias coexisten en un contexto específico, las explicaciones a los fenómenos y los argumentos que lo fundamentan se construyen también en ese contexto.

b.- Conectivismo:

Este término fue propuesto por George Siemens en el 2004 quien hace referencia a las redes de aprendizaje que se forman para la construcción del conocimiento. Fue apoyado por Stephen Downes en el 2012 y juntos ven las limitaciones que tienen el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo. El conectivismo concibe a la mente humana como una red que se adapta al entorno; además considera al conocimiento como voluble, inestable, incontrolable y en permanente evolución; lo cual nos da a entender que está fuera del control total de la persona, ya que puede residir en sus redes externas (grupos, comunidades, dispositivos digitales, entre otros). Desde la perspectiva del conectivismo, el estudiante construye su conocimiento a través de las redes y lo hace con cierto grado de autonomía (Sánchez-Cabrera et al., 2019; Islas, 2021).

Para comprender esta teoría se presentan los principios en los que se fundamenta:

- El aprendizaje y el conocimiento dependen de la diversidad de opiniones.
- El aprendizaje es un proceso de conectar nodos o fuentes de información especializados.
- El aprendizaje puede residir en dispositivos no humanos.

- La capacidad de saber más es más crítica que aquello que se sabe en un momento dado.
- La alimentación y mantenimiento de las conexiones es necesaria para facilitar el aprendizaje continuo.
- La habilidad de ver conexiones entre áreas, ideas y conceptos es una habilidad clave.
- La actualización (conocimiento preciso y actual) es la intención de todas las actividades conectivistas de aprendizaje.
- La toma de decisiones es, en sí misma, un proceso de aprendizaje. El acto de escoger qué aprender y el significado de la información que se recibe, es visto a través del lente de una realidad cambiante. Una decisión correcta hoy, puede estar equivocada mañana debido a alteraciones en el entorno informativo que afecta la decisión.

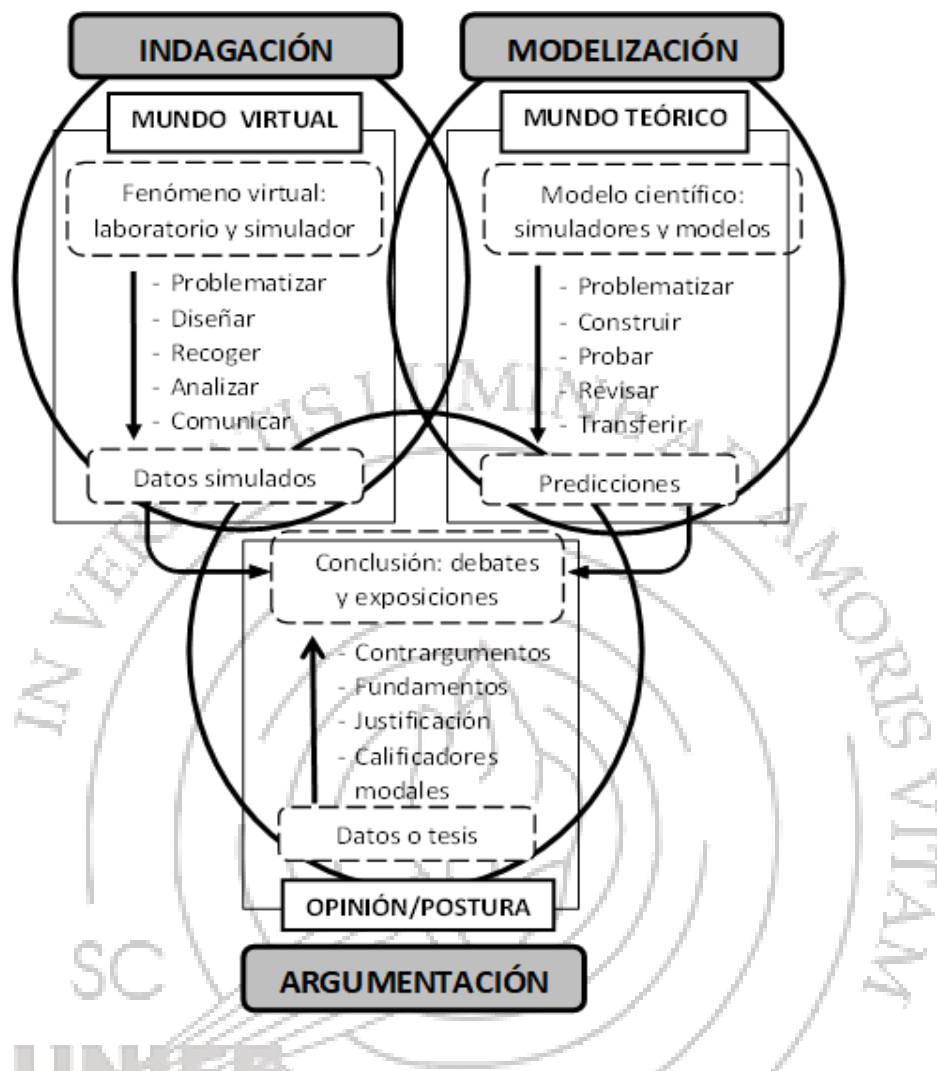
En relación con la presente investigación se puede decir que el aprendizaje de las prácticas científicas se da en aplicación de estos principios; por ejemplo, cuando se realizan los debates en línea para la construcción de los argumentos; cuando se adquiere información a través de la aplicación de los simuladores; entre otros.

2.2.3.5 Herramientas tecnológicas que desarrollan habilidades superiores.

Las tres dimensiones de las prácticas científicas involucran la ejecución de habilidades superiores. López et al., (2017) plantean que estas se potencian con la integración de la tecnología en el aula y en el laboratorio escolar. Por eso, elaboran un esquema de la manera cómo se debería interpretar esta integración. En la siguiente figura se muestra una adaptación del esquema de los autores a la presente investigación.

Figura 21

Recursos tecnológicos y habilidades desde las prácticas científicas



Nota. Elaboración propia a partir de López et al. (2017), p.694.

En el esquema anterior, se puede apreciar la relación entre las tres prácticas científicas (indagación, modelización y argumentación), las habilidades que se desarrollaron en la modelización e indagación y el modelo argumentativo de Toulmin, seleccionado para esta investigación.

A continuación, se describen con mayor detalle las herramientas digitales que se utilizaron en la presente investigación en el marco de las prácticas científicas y de la clasificación propuesta por Aparicio (2018) y es la siguiente:

Tabla 2

Clasificación de las herramientas digitales cognitivas

Dimensión (Práctica Científica)	Clasificación	Tipo de actividad que promueve	Herramienta concreta utilizada en la investigación
Modelización	Herramientas de interpretación de información	de de	Tablas y gráficos en hoja de cálculo (Ms. Excel)
	Herramientas de modelado dinámico	de Expresión de modelos con soporte digital	Simuladores https://phet.colorado.edu/es/PE/ Laboratorios virtuales https://labovirtual.blogspot.com/p/quimica.html
Indagación	Herramientas de búsqueda de información	de de Recolección de datos y análisis experimental de fenómenos reales	Google académico Bases de datos
	Herramientas de organización semántica	de Organización y clasificación de información	<i>Mindomo</i>
	Herramientas que tratan sobre fenómenos virtuales	Visualización y análisis experimental de fenómenos virtuales	Simuladores https://phet.colorado.edu/es/PE/ Laboratorios virtuales https://labovirtual.blogspot.com/p/quimica.html
Argumentación	Herramientas de construcción de conocimientos.	de Argumentación y comunicación en el aula de ciencias	Videos en <i>YouTube</i> Chats (<i>WhatsApp</i>) Plataforma <i>Zoom</i> , <i>Meet</i>
	Herramientas de comunicación y colaboración	de Aprendizaje colaborativo y comunicación	<i>Mentimeter</i> , <i>Google Classroom</i>

Nota. Elaboración propia a partir de López et al. (2017) y Aparicio (2018). Se debe incluir también Herramientas de evaluación: *Kahoot*

Como se puede apreciar en la tabla anterior, cada herramienta digital cumple una función específica según su clasificación.

Los simuladores y laboratorios virtuales, en el área de Ciencia y Tecnología, son sitios web que acercan al estudiante a situaciones parecidas a la realidad. En los enlaces indicados, ellos encuentran diversos contenidos interactivos relacionados a física, química y biología con los que puede realizar una experiencia que es difícil de experimentar en el aula tradicional o laboratorio

debido a varios factores como dificultad para acceder a los materiales por ser de alto costo, por ser de alto riesgo, entre otros (López et al., 2017). A través de un proceso activo de modelización e indagación los estudiantes pueden problematizar situaciones, predecir resultados, generar cierto grado de satisfacción y participar activamente. (Jiménez-Liso et al., 2021).

Entre los organizadores visuales más utilizados se encuentran el mapa conceptual (*Cmap Tools*) y el mapa mental (*FreeMind*); no obstante, existen otros organizadores *on line* como *Mindomo* con los que se puede evidenciar el procesamiento de la información y fomentar el trabajo colaborativo.

Los buscadores de información son herramientas digitales que ayudan a desarrollar la habilidad de filtrar la información necesaria a partir de estrategias de búsqueda. El estudiante debe decidir por la palabra o frase precisa o tal vez elegir una estrategia de búsqueda para optimizar el tiempo. Una función ejecutiva que se desarrolla con esta herramienta es la atención y la concentración para persistir en la búsqueda de la información.

Las herramientas para la discusión virtual están referidas a los foros virtuales o plataformas que permite al estudiante interactuar, de manera síncrona, con una o más personas con una finalidad en común. Este medio favorece la generación de debates y, por tanto, se puede utilizar para evidenciar una argumentación oral.

Finalmente, la música, los audios y los podcasts forman parte también de los recursos tecnológicos. Según la neurociencia, está demostrado que el desarrollo de los procesos cognitivos y la plasticidad cerebral se encuentran en relación directa con el uso de la música, a la vez que potencia otros tipos de

inteligencias (Ibarrola, 2014) y es considerado como estrategias para involucrar a los estudiantes a partir de la novedad (Sousa, 2018).

Luego del desarrollo de las tres categorías de estudio y considerando además a las categorías emergentes, se tiene una base teórica sólida sobre la cual la docente investigadora planteó las mejoras en su práctica docente. Si bien el enfoque del área de Ciencia y Tecnología prioriza una de las prácticas científicas, es decir la indagación, es necesario trabajar la modelización y la argumentación con los estudiantes para acercarlos a una formación científica integral. No obstante, también es preciso considerar el contexto y las diversas formas cómo acceden a la información y de eso se encarga, por el momento, la neurotecnología educativa.

2.3 Definición de términos

Argumentar

Es un tipo de comunicación social regido por ciertas reglas establecida. En ella se expresa un razonamiento o argumento cuyo propósito es influir en el pensamiento o acciones del receptor con la finalidad de persuadir, disuadir, convencer o demostrar una idea o tesis.

Argumento

Es una afirmación, idea, razonamiento que demuestra, justifica o refuta un dato o hecho.

Argumentación

Acción que permite defender con seguridad propia y con fundamentos o argumentos basados en conceptos universales acerca de los fenómenos, eventos o sucesos de la naturaleza o situaciones controversiales. A través de la

argumentación se cuestionan los hechos o fenómenos del entorno y se asume una postura frente a alguno de ellos en discusión.

Argumentación científica

Acción de defender con evidencias o argumentos un hecho o un fenómeno natural.

Indagar

Acción de averiguar o conocer algo ayudándose de preguntas, fuentes diversas, reflexiones, hipótesis o evidencias.

Indagación

Acción y efecto de indagar. Es una actividad que implica varias subactividades tales como: observar, preguntar, revisar diversas fuentes de información, planificar investigaciones, revisar los hallazgos en contraste con las pruebas experimentales, utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; dar posibles explicaciones, predecir y comunicar los resultados.

Indagación científica

Conjunto de estrategias y métodos con los que trabaja toda persona que contribuye con el conocimiento científico analizando las evidencias obtenidas a partir de la experimentación.

Modelar

Acción de representar un modelo

Modelación

Acción y efecto de modelar.

Modelo científico

Representación gráfica o física de un hecho, fenómeno natural o experiencia.

Neurotecnología

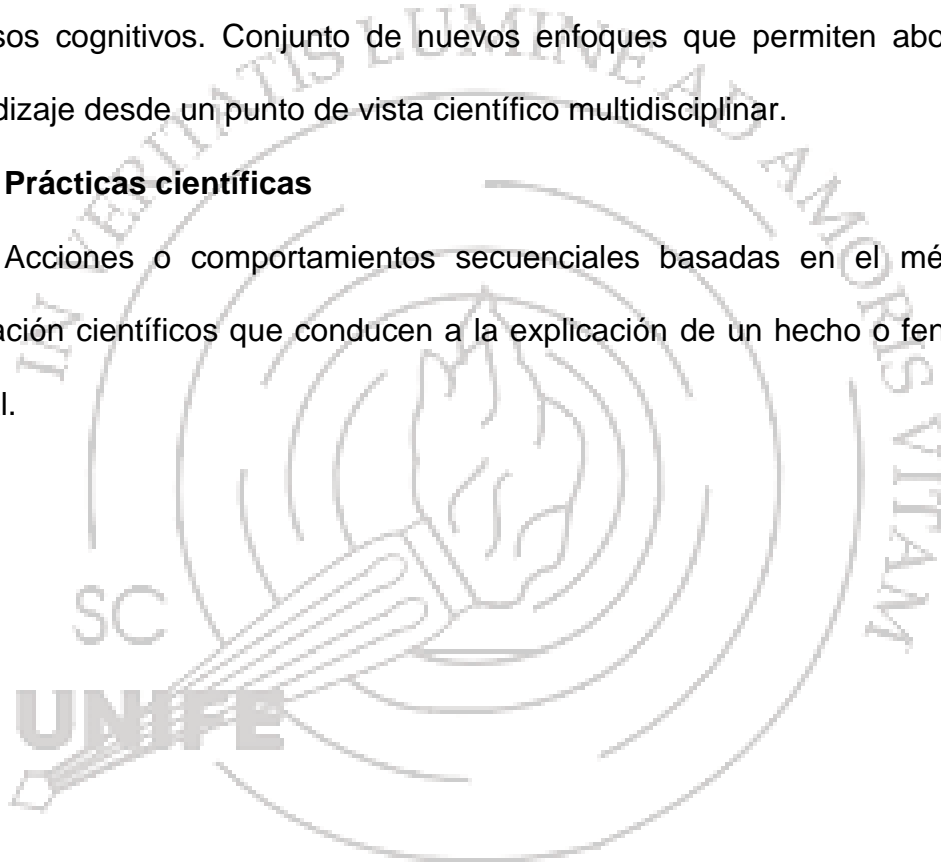
Conjunto de herramientas que sirven para analizar el sistema nervioso del ser humano, especialmente, el cerebro.

Neurotecnología educativa

Ciencia derivada de la neurociencia que combina la psicología, tecnología y educación que consiste en el uso pertinente de los recursos tecnológicos fundamentado en el funcionamiento del cerebro y orientado al aprendizaje de procesos cognitivos. Conjunto de nuevos enfoques que permiten abordar el aprendizaje desde un punto de vista científico multidisciplinar.

Prácticas científicas

Acciones o comportamientos secuenciales basadas en el método e indagación científicos que conducen a la explicación de un hecho o fenómeno natural.



CAPÍTULO III: MÉTODO

En el presente capítulo se presentan el nivel, tipo y diseño de la investigación, así como los criterios de la población y muestra participante en el estudio. De la misma manera, se presenta la matriz de definiciones conceptuales y operacionales de las categorías investigadas. Finalmente, se detallan las técnicas e instrumentos de recolección de información y las técnicas para el tratamiento de la información obtenida.

3.1 Nivel, tipo y diseño de la investigación

El presente estudio se encuadra en el paradigma sociocrítico (Loza et al., 2020) debido a que se analizó de manera crítica los procesos pedagógicos para desarrollar dos competencias en el área de Ciencia y tecnología. Esto se realizó combinando la teoría con la práctica y el conocimiento con la acción para mejorar estos procesos, a través de un trabajo participativo entre la investigadora y los participantes.

Además, se ajusta al enfoque cualitativo ya que la investigadora comenzó observando y describiendo cómo viene desarrollando sus sesiones de aprendizaje e interactuando con las experiencias de los estudiantes haciéndose parte del fenómeno estudiado. Luego, a partir de un proceso lógico, inductivo y cíclico se reajustó el marco teórico en relación con las categorías de estudio formuladas *a priori* y las emergentes que surgieron en el proceso de la investigación (Hernández – Sampieri y Mendoza, 2018). En relación con la muestra, en un principio fueron veinte estudiantes; sin embargo, debido a factores inevitables como situación de salud, incumplimiento de actividades o asistencia ocasional fueron seleccionados solo doce estudiantes.

Por tanto, según los autores antes citados, la investigación responde al nivel explicativo debido a que se buscó comprender y explicar el desenvolvimiento de la docente investigadora en las sesiones de aprendizaje, desde los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa, orientados al desarrollo de la argumentación científica en un contexto virtual sin pretender generalizar la metodología a otras realidades educativas.

De la misma manera, según el propósito de la investigación, el presente estudio es de tipo básica o teórica porque se buscó generar nuevos conocimientos desde la reflexión y la transformación de la práctica docente respondiendo a un proceso de revisión constante y que contribuye al cambio de la práctica pedagógica. Desde el punto de vista de la naturaleza del problema, es de tipo sustantiva explicativa debido a que permitió describir y explicar la planificación, implementación y ejecución de sesiones de aprendizaje innovadoras con la finalidad de desarrollar la argumentación científica en los estudiantes (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018).

Por otro lado, el diseño de investigación que se utilizó fue la investigación – acción debido a que se buscó problematizar la acción pedagógica de la docente integrando así la actitud investigadora, con la finalidad de comprender e interpretar la práctica pedagógica para repensar y optimizar su trabajo profesional (Mejías, 2021). Esto se realizó a través de procesos de autorreflexión crítica, tanto de la docente como de los estudiantes, de manera que se consiguieron dos beneficios: por un lado, se obtuvo información paralela al desarrollo de la investigación para la toma de decisiones en la mejora de la práctica docente; y, por otro lado; se generó una toma de conciencia en los participantes sobre su rol en este proceso de transformación o aprendizaje.

En ese sentido, el estudio asumió la perspectiva técnico - científica de la investigación – acción presentada por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) ya que se incluyeron fases secuenciales de acción como la planificación, identificación de hechos, análisis, implementación y evaluación. Además, se puede afirmar que se aplicó la investigación - acción educativa, ya que se consideró la noción de docente investigador ante una necesidad pedagógica. En este caso, surgió la necesidad de perfeccionar las actividades educativas en referencia a mejorar la calidad de las argumentaciones científicas de los estudiantes utilizando el modelo de argumentación de Toulmin.

Asimismo, de las dos modalidades de la investigación – acción (práctica y participativa), el estudio se orientó hacia la práctica, ya que la intervención educativa se centra en la ejecución de las estrategias didácticas innovadoras para el desarrollo de la argumentación científica de los estudiantes (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Finalmente, Torres et al. (2019) presentan un esquema en el que se detallan las etapas de la investigación – acción, el cual está basado en el modelo de Kurt Lewin y otros autores como Stephen Kemmis, quien lo adapta al campo educativo y que de alguna manera propone etapas comunes como: planificación, acción, observación y reflexión. A este esquema, le incluyen tres momentos: problema diagnosticado y planteado, evaluación y transformación. Por este motivo, el esquema fue considerado en la investigación por tres razones: la primera, para explicar las etapas que se siguieron durante la investigación; la segunda, para enfatizar que se inició con un diagnóstico o una autorreflexión sobre la propia experiencia en el aula escolar; y la tercera, para indicar que la

reflexión previa a un nuevo ciclo pasó necesariamente por una evaluación del plan de acción.

Figura 22

La espiral de ciclos del método de investigación - acción



Nota. Esquema que muestra la iteración de 03 ciclos con las 04 etapas de la investigación – acción y asociando a ellas el diagnóstico, la evaluación y la transformación (Tomado de Torres et al., 2019, p. 62).

Al respecto, es preciso señalar que, para la presente investigación, el diseño ha tenido gran influencia de los recursos tecnológicos dado que toda la intervención se ha realizado de manera virtual por el aislamiento social debido a la pandemia del COVID-19. Siguiendo a Fernández et al. (2021), la docente investigadora se apropió del uso de los recursos tecnológicos, por lo que logró gestionar el entorno virtual de *Google Classroom* para desarrollar las sesiones de aprendizaje. Del mismo modo, utilizó herramientas digitales para la elaboración de las actividades educativas, para la interacción con los estudiantes y para la recogida de información. En consecuencia, se dio paso a una

criterios: capacidad operativa de recolección de información y su análisis, referido al número de estudiantes que intervienen en la investigación y que cuenten con acceso a internet; comprensión del fenómeno, referido al número de estudiantes que tengan nociones básicas del área de Ciencia y tecnología; la naturaleza del fenómeno del análisis, es decir, si la investigadora puede tener acceso a las evidencias de los estudiantes; y saturación de categorías, referido al filtro de respuestas que ya no aportan nueva información a la investigación (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). La distribución de los estudiantes que conforman la muestra se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Muestra de estudiantes del 3er y 5to grado de Educación Secundaria

Sec./Grado	Nº de estudiantes por sección		
	A	B	Total
3º	04	02	06
5º	02	04	06
	Total		12

Nota. Lista oficial de estudiantes – 2021

Asimismo, en la tabla 5 se presentan los criterios de inclusión y exclusión que fueron considerados para la selección de la muestra:

Tabla 5

Criterios de inclusión y exclusión para la selección de la muestra

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
1.- Estudiantes del 3º y 5º grado de secundaria.	1. Estudiantes del 1º, 2º y 4º grado de secundaria.
2.- Estudiantes del 3º A y 3º B	2.- Estudiantes del 3º C y 3º D
3.- Estudiantes del 5º A y 5º B	3.- Estudiantes del 5º C y 5º D
4.- Estudiantes que tengan acceso a internet.	4.- Estudiantes que no tengan acceso a internet.

5.- Estudiantes que no han repetido algún grado de secundaria.	5.- Estudiantes que han repetido algún grado de secundaria.
6.- Estudiantes que no han tenido el área de Comunicación como curso de subsanación.	6.- Estudiantes que han tenido el área de Comunicación como curso de subsanación.
7.- Estudiantes que no han tenido el área de Ciencia y tecnología como curso de subsanación.	7.- Estudiantes que han tenido el área de Ciencia y tecnología como curso de subsanación.

Nota. Criterios establecidos en base a los datos obtenidos de los registros oficiales de evaluación.

De esta manera, se aseguró la igualdad de características y condiciones de los participantes, además sirvió de referente para poder integrar cualquier participante en el transcurso de la investigación.

3.3 Categorías de investigación

A continuación, se definen conceptualmente las categorías de la presente investigación:

a.- Argumentación científica

La argumentación científica es el proceso de generar argumentos basados en evidencias científicas. Esta habilidad requiere de procesos lingüísticos (diálogos, debates) y de procesos cognitivos (pensamiento, lenguaje, percepción, memoria, atención) que permiten el desarrollo del pensamiento crítico, reflexionar y comprender la información científica. Además, es una actividad de construcción individual o colectiva y a la vez un recurso esencial para la enseñanza de las ciencias (Putri y Rusdiana, 2017; Vida et al. 2021).

b.- Prácticas científicas

Las prácticas científicas son un conjunto de procesos que las personas realizan para hacer ciencia, es decir, para construir conocimientos científicos, modelos o teorías basándose en evidencias y argumentos científicos. Su aplicación va más allá de los pasos del método científico puesto que se incluyen

actividades de indagación, de laboratorio o de campo y permite a los estudiantes comprender la naturaleza de la ciencia (Jiménez et al., 2021). Los procesos de la ciencia según la NRC (2012) son: plantearse preguntas, desarrollar y usar modelos científicos, planificar y realizar investigaciones, analizar e interpretar datos experimentales, usar pensamiento computacional y matemático, construir explicaciones y diseñar soluciones, argumentar científicamente en base a pruebas y comunicar a la comunidad los resultados de la actividad científica. Osborne (2014) los resume en modelización, indagación y argumentación.

c.- Neurotecnología educativa

La Neurotecnología educativa es una nueva ciencia del aprendizaje, con base en el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro humano y la metodología utilizada en el empleo de la tecnología en el aula (Pradas, 2017). El uso de la tecnología favorece el acceso a la información, dinamiza las actividades en el aula en este caso, a las prácticas científicas generando ambientes virtuales y físicos motivadores para los estudiantes y docentes. No obstante, la elección del recurso óptimo para potenciar las prácticas científicas está determinado por el objetivo y los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, en la tabla 6, se definen operacionalmente las categorías de la presente investigación indicando las subcategorías y los instrumentos para la recogida de información.

Tabla 6

Definición operacional de las categorías de estudio y sus respectivas subcategorías e instrumentos

Categorías	Subcategorías	Instrumentos
<p>Argumentación científica</p> <p>Defensa de las posturas asumidas o de los resultados de una indagación sobre un hecho o fenómeno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datos o hechos • Justificación • Fundamentos o apoyo • Calificadores modales • Refutaciones o excepciones • Conclusión 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de análisis de los textos argumentativos (GATA) • Guía de entrevista a estudiantes (GE)
<p>Prácticas científicas</p> <p>Conjunto de procesos que se realizan para indagar y dar explicación sobre un hecho o fenómeno con base a evidencias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelización • Indagación • Argumentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de análisis de la planificación de las sesiones de clase (GAPS) • Guía de observación docente (GOD)
<p>Neurotecnología educativa</p> <p>Ciencia del aprendizaje que considera elementos básicos para una sesión didáctica basada en la integración de recursos tecnológicos elegidos con criterios pedagógicos y tecnológicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualización • Objetivos • Profesor • Alumno • Instrumentos • Procesos y actividades • Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de análisis del diario reflexivo o diario de clase (GADR)

Nota. La matriz describe la definición operacional de cada categoría, las subcategorías y los cinco instrumentos a utilizar para la recogida de información de las tres categorías. La Guía de análisis de los textos argumentativos (GATA) solo recogió información de la categoría argumentación científica.

3.4 Técnicas e instrumentos de recogida de datos

Las técnicas e instrumentos para la recogida de información en el marco de la investigación – acción son aquellos que se utilizan también en la investigación cualitativa, pero se seleccionan aquellos en los que se registran los momentos de reflexión. Las técnicas utilizadas son variadas y se complementan entre sí y el momento de su aplicación es flexible por lo que se puede afirmar que el proceso de recogida de información es emergente y cambiante, según el tiempo, lugar y la disponibilidad de los participantes. Además, los métodos de recolección de datos tienen la característica de ser no estandarizados (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Las técnicas de recolección de datos se clasifican en dos grupos:

a.- Técnicas directas o interactivas como la observación, entrevista, encuesta, grupos focales.

b.- Técnicas indirectas o no interactivas como el análisis de documentos, fotografías, audios.

En esta investigación se utilizaron ambas técnicas y se seleccionaron 05 instrumentos atendiendo a la pertinencia de su aplicación. En cuanto a las técnicas directas se aplicaron la observación participante y la entrevista a profundidad para lo cual se utilizaron la guía de observación docente (GOD), la guía de análisis del diario reflexivo (GADR) y la guía de entrevista (GE). En cuanto a las técnicas indirectas se aplicó el análisis documental para lo cual se utilizaron la guía de análisis de la planificación de las sesiones de aprendizaje (GAPS) y la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA).

En la técnica de la observación, la guía de observación docente permitió obtener evidencias referidas a cada momento durante el desarrollo de la sesión

de aprendizaje virtual; mientras que, en el diario reflexivo o de campo la docente investigadora registró acontecimientos ocurridos durante las sesiones de clase que ayudaron a reconstruir la situación real en el momento del tratamiento de la información.

En la técnica de la entrevista de tipo semiestructurada, la guía correspondiente permitió recoger información referida a las opiniones, ideas, sentimientos, apreciaciones, dificultades de cada estudiante respecto a las categorías de estudio a partir de preguntas abiertas (Arias y Covinos, 2021). Debido a la modalidad virtual, las entrevistas se realizaron vía *Google Meet* durante la aplicación de la última unidad de aprendizaje. La información recogida permitió construir conocimientos a partir de las experiencias de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas científicas y la redacción de los textos argumentativos, además de las siguientes subcategorías emergentes: refuerzo, atención oportuna y revisión externa; en la categoría neurotecnología educativa.

Igualmente, en la técnica del análisis documental, la guía de análisis de las planificaciones de las sesiones de aprendizaje permitió recoger información sobre las estrategias que la docente utilizó para desarrollar las prácticas científicas y la argumentación escrita. Del mismo modo, la guía de análisis de los textos argumentativos permitió verificar el avance de la capacidad argumentativa de los estudiantes. El estudio del contenido de estas fuentes primarias ayudó a organizar información relevante en el momento de la triangulación y para la redacción del informe final (Arias y Covinos, 2021).

En la tabla 7 se presenta un resumen de las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación:

Tabla 7

Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación	1.- Guía de observación de la docente (GOD) 2.- Guía de análisis del diario reflexivo o de clase (GADR)
Entrevista	3.- Guía de entrevista al estudiante (GE) 4.- Guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje (GAPS)
Análisis documental	5.- Guía de análisis de los textos argumentativos (GATA)

Nota. Elaboración propia

Los instrumentos de la tabla anterior fueron elaborados a partir de la formulación de los objetivos del plan de acción y reajustados luego de su validación.

3.4.1 Matriz de operacionalización de la guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS)

La siguiente matriz sirvió de base para la elaboración de la guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje. Al igual que los demás instrumentos, los indicadores se encuentran distribuidos en cada categoría y subcategoría de la siguiente manera: la categoría argumentación científica contiene 06 subcategorías con 14 indicadores; la categoría prácticas científicas contiene 03 subcategorías con 11 indicadores y la categoría neurotecnología educativa contiene 07 subcategorías con 21 indicadores. Es preciso indicar que la mayoría de los indicadores se encuentran redactados en función a la experiencia docente y que se podrán registrar evidencias observadas en el documento por cada subcategoría.

Tabla 8

Matriz de operacionalización de la guía de análisis de la planificación de la sesión de clase (GAPS)

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	SI	NO	EVIDENCIA EN EL DOCUMENTO
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	Datos o hechos	1.- La docente orientará al estudiante a la formulación coherente y lógica del dato o hecho que va a argumentar.			
		2.- La docente orientará al estudiante a la formulación clara y precisa del dato o hecho que va a argumentar.			
		3.- La docente orientará al estudiante en la formulación del dato o hecho a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.			
		4.- La docente orientará al estudiante en la formulación del dato o hecho a partir de una observación o indagación.			
	Justificación	5.- La docente orientará al estudiante en el uso de términos científicos en sus argumentaciones.			
		6.- La docente orientará al estudiante en el desarrollo del significado de los términos científicos en sus argumentaciones.			
		7.- La docente orientará al estudiante en el uso de leyes y/o teorías científicas en sus argumentaciones.			
	Fundamentos o apoyo	8.- La docente orientará al estudiante en el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.			
		9.- La docente orientará al estudiante en el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.			
		10.- La docente orientará al estudiante en el uso de evidencias que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.			
	Calificadores modales	11.- La docente orientará al estudiante sobre el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.			
	Refutaciones o excepciones	12.- La docente orientará al estudiante en la formulación de contraargumentos.			
	Conclusiones	13.- La docente orientará al estudiante en la formulación de una conclusión que se apoye en los fundamentos presentados.			
		14.- La docente orientará al estudiante en la formulación de una conclusión que se relacione con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.			
	Modelización	15.- La docente considera el uso de estrategias para que los estudiantes elaboren su modelo científico.			
		16.- La docente considera el uso de términos o fundamentos científicos en la elaboración de los modelos.			

PRÁCTICAS
CIENTÍFICAS

	17.- La docente considera el uso de estrategias para socializar los modelos científicos elaborados por los estudiantes con la finalidad de ser mejorados.
Indagación	18.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes formulen preguntas que relacionan variables.
	19.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes formulen hipótesis que relacionan variables.
	20.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes elijan el procedimiento a seguir en la elaboración de su modelo científico.
	21.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes analicen los resultados obtenidos luego de la indagación.
	22.- La docente planifica momentos durante la sesión para la socialización de los resultados.
Argumentación	23.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes intercambien ideas en un ambiente favorable.
	24.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes elaboren argumentos como producto de un proceso de indagación.
	25.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes elaboren argumentos a partir de sus modelos científicos.
Contextualización	26.- La situación significativa contextualizada está orientada al desarrollo de una indagación científica.
	27.- La docente planificará el uso del servicio de videoconferencia para generar un ambiente favorable al iniciar la indagación.
Objetivos	28.- El propósito de la sesión es claro y preciso.
	29.- El propósito de la sesión activará en el estudiante la memoria de trabajo y la flexibilidad mental.
	30.- El propósito de la sesión permitirá al estudiante desarrollar procesos de planeación y organización para la solución de problemas complejos.
Profesor	31.- La docente planifica momentos durante la sesión en los que recogerá los saberes previos de sus estudiantes.
	32.- La docente considera el uso de un entorno virtual para compartir recursos digitales con sus estudiantes.
	33.- La docente planifica momentos durante la sesión para orientar la redacción de textos argumentativos siguiendo una estrategia establecida.
Alumno	34.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes amplíen sus conocimientos y generen nuevas indagaciones.
	35.- La docente planifica acciones para verificar la disposición favorable del estudiante hacia la indagación científica y búsqueda de información.

NEUROTECNOLOGÍA
EDUCATIVA

	36.- La docente planifica acciones para verificar que los estudiantes comprendan el propósito y el producto de la sesión.
	37.- La docente planifica acciones para verificar que los estudiantes planeen y desarrollen las actividades de indagación científica y de búsqueda de información utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos.
	38.- La docente planifica acciones para verificar que los estudiantes redacten un texto argumentativo para comunicar su postura frente al tema indagado.
Instrumentos	39.- La docente planifica el uso de los recursos tecnológicos y/o de las herramientas digitales para ayudar a los estudiantes a alcanzar el propósito en la sesión.
	40.- La docente planifica momentos durante la sesión para explicar de forma clara y precisa el uso de las herramientas digitales.
Procesos y actividades	41.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes seleccionen y organicen información para la construcción de sus argumentos utilizando herramientas digitales.
	42.- La docente planifica momentos durante la sesión para promover el diálogo y la reflexión con los estudiantes sobre diferentes maneras de elaborar sus modelos científicos.
	43.- La docente planifica el uso del modelo de Toulmin para que los estudiantes elaboren sus textos argumentativos.
Evaluación	44.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes realicen momentos de metacognición acerca de la forma cómo aprendieron a redactar un texto argumentativo.
	45.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes realicen momentos de metacognición acerca de la forma cómo elaboraron su modelo científico.
	46.- La docente planifica momentos durante la sesión para que los estudiantes realicen momentos de metacognición acerca de la forma cómo realizaron el proceso de indagación.

Nota. Elaboración propia

3.4.2 Matriz de operacionalización de la guía de observación docente (GOD)

La siguiente matriz sirvió de base para la elaboración de la guía de observación aplicada a la docente investigadora durante el desarrollo de la sesión de aprendizaje la cual contiene una escala de valoración con 03 ítems: Observable (1), Medianamente observable (2) y No observable (3). Los indicadores se encuentran distribuidos en cada categoría y subcategoría de la siguiente manera: la categoría argumentación científica contiene 06 subcategorías con 14 indicadores; la categoría prácticas científicas contiene 03 subcategorías con 11 indicadores y la categoría neurotecnología educativa contiene 07 subcategorías con 21 indicadores. Es preciso indicar que la mayoría de los indicadores se encuentran redactados en función a la actividad docente. Los indicadores redactados en función al estudiante corresponden al comportamiento a observar en él durante la sesión de aprendizaje.

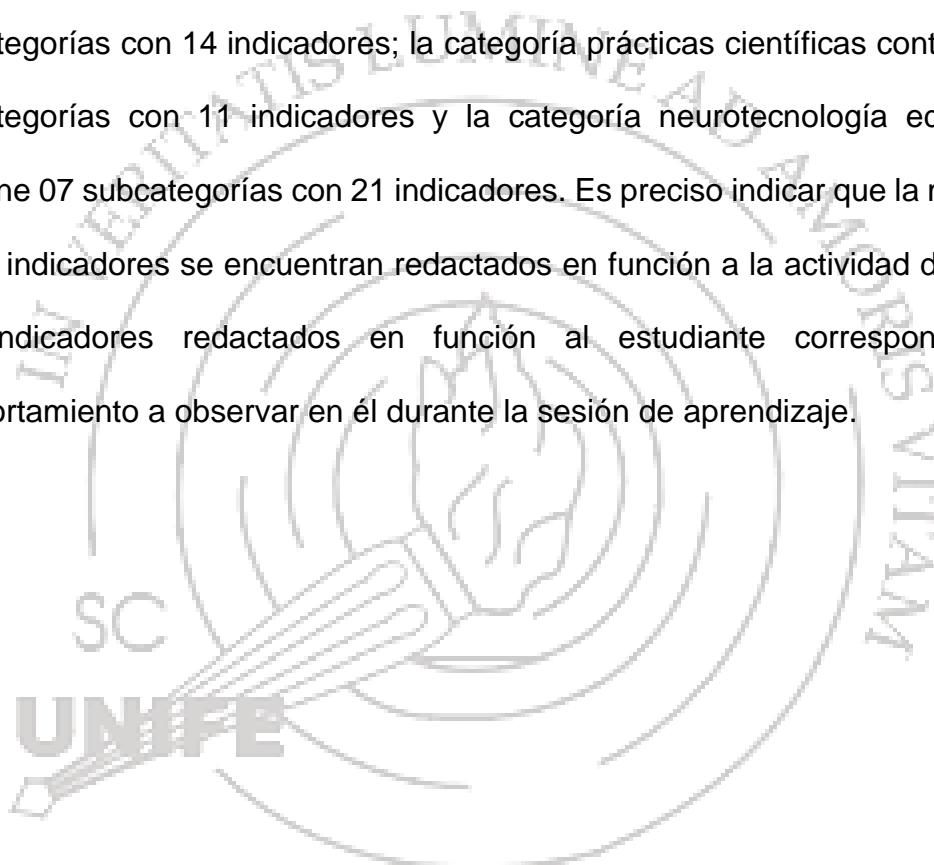


Tabla 9

Matriz de operacionalización de la guía de observación de la docente (GOD)

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN		
			Observable (1)	Medianamente observable (2)	No observable (3)
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	Datos o hechos	1.- La docente orienta al estudiante en la formulación coherente y lógica del dato o hecho que va a argumentar.			
		2.- La docente orienta al estudiante en la formulación clara y precisa del dato o hecho que va a argumentar.			
		3.- La docente orienta al estudiante en la formulación del dato o hecho a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.			
		4.- La docente orienta al estudiante en la formulación del dato o hecho a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.			
	Justificación	5.- La docente orienta al estudiante en el uso de términos científicos en sus argumentaciones.			
		6.- La docente orienta al estudiante en el desarrollo del significado de los términos científicos en sus argumentaciones.			
	Fundamentos o apoyo	7.- La docente orienta al estudiante en el uso de leyes y/o teorías científicas en sus argumentaciones.			
		8.- La docente orienta al estudiante en el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.			
Calificadores modales	9.- La docente orienta al estudiante en el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.				
	10.- La docente orienta al estudiante en el uso de evidencias que apoyen las justificaciones en sus argumentaciones.				
Refutaciones o excepciones	11.- La docente orienta al estudiante en el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.				
	12.- La docente orienta al estudiante en la formulación de contraargumentos.				
Conclusión	13.- La docente orienta al estudiante en la formulación de una conclusión que se apoye en los fundamentos presentados.				
	14.- La docente orienta al estudiante en la formulación de una conclusión que se relacione con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.				
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	Modelización	15.- La docente utiliza estrategias para favorecer que los estudiantes elaboren su modelo científico.			

NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA	Indagación	16.- La docente orienta a los estudiantes en el uso de términos o fundamentos científicos en la elaboración de sus modelos.
		17.- La docente utiliza estrategias para socializar los modelos científicos elaborados por los estudiantes con la finalidad de ser mejorados.
		18.- La docente propicia que los estudiantes formulen preguntas que relacionen variables.
	Argumentación	19.- La docente propicia que los estudiantes formulen hipótesis que relacionen variables.
		20.- La docente propicia que los estudiantes generen sus propios pasos a seguir en la elaboración de su modelo científico.
		21.- La docente promueve el análisis de los resultados obtenidos luego de la indagación.
		22.- La docente promueve la comunicación de los resultados a través de un medio físico o virtual.
		23.- La docente propicia un ambiente favorable para el intercambio de ideas.
	Contextualización	24.- La docente promueve que los estudiantes elaboren argumentos como producto de un proceso de indagación.
		25.- La docente promueve que los estudiantes utilicen modelos científicos como parte de la argumentación.
		26.- La docente presenta una situación significativa contextualizada que motiva al estudiante a realizar una indagación científica.
	Objetivos	27.- La docente genera un ambiente favorable para realizar una indagación utilizando el servicio de videoconferencia.
		28.- La docente presenta de forma clara y precisa el propósito de la sesión.
Profesor	29.- El propósito de la sesión activa en el estudiante la memoria de trabajo y la flexibilidad mental.	
	30.- El propósito de la sesión genera en el estudiante desarrollar procesos de planeación y organización para la solución de problemas complejos.	
	31.- La docente planifica las actividades a partir de los saberes previos de los estudiantes.	
	32.- La docente comparte recursos digitales con sus estudiantes en un entorno virtual.	
	33.- La docente promueve la redacción de textos argumentativos a partir de una estrategia establecida.	

	34.- La docente promueve que los estudiantes amplíen sus conocimientos y generen nuevas indagaciones.
Alumno	35.- El estudiante muestra disposición favorable hacia la indagación científica y búsqueda de información.
	36.- El estudiante comprende el propósito y el producto de la sesión.
	37.- El estudiante planifica y desarrolla actividades de indagación científica y de búsqueda de información utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos.
	38.- El estudiante redacta un texto argumentativo para comunicar su postura frente al tema indagado.
Instrumentos	39.- Los recursos tecnológicos y/o las herramientas digitales responden o ayudan a los estudiantes a alcanzar el propósito en la sesión.
	40.- La docente explica de forma clara y precisa el uso de las herramientas digitales.
Procesos y actividades	41.- Los estudiantes seleccionan y organizan información para construir sus argumentos utilizando herramientas digitales.
	42.- La docente promueve el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad a través del diálogo y la reflexión con los estudiantes sobre la elaboración de sus modelos científicos.
	43.- La docente desarrolla el modelo de Toulmin para que los estudiantes elaboren sus textos argumentativos.
Evaluación	44.- Los estudiantes realizan procesos de metacognición para autoevaluar la manera cómo aprendieron a redactar un texto argumentativo.
	45.- Los estudiantes realizan procesos de metacognición para autoevaluar la manera cómo elaboraron su modelo científico.
	46.- Los estudiantes realizan procesos de metacognición para autoevaluar la manera cómo realizaron el proceso de indagación.

Nota. Elaboración propia

3.4.3 Matriz de operacionalización de la guía de análisis del diario reflexivo (GADR)

La siguiente matriz sirvió de base para la elaboración de la guía de análisis del diario reflexivo. Los indicadores se encuentran distribuidos en cada categoría y subcategoría de la siguiente manera: la categoría argumentación científica contiene 06 subcategorías con 14 indicadores; la categoría prácticas científicas contiene 03 subcategorías con 11 indicadores y la categoría neurotecnología educativa contiene 07 subcategorías con 21 indicadores. Es preciso indicar que la mayoría de los indicadores se encuentran redactados en función a la experiencia docente y que se podrán registrar varias frases codificadas por cada subcategoría.

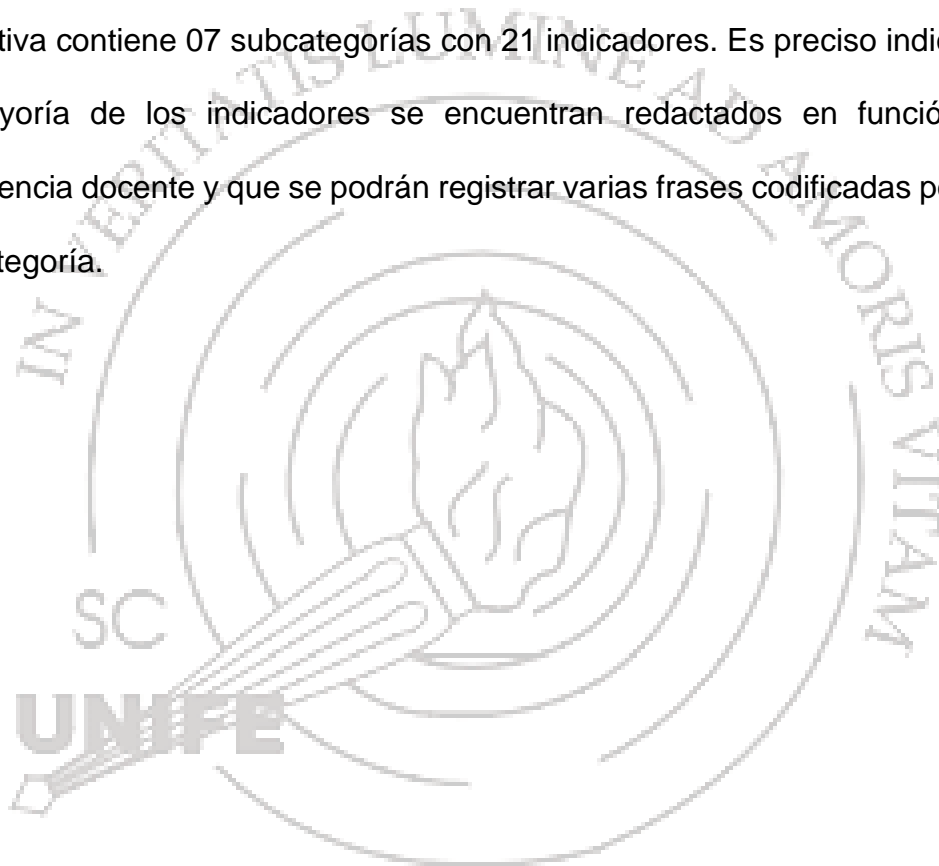


Tabla 10

Matriz de operacionalización de la guía de análisis del diario reflexivo (GADR)

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	FRASES CODIFICADAS
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	Datos o hechos	1.- La docente orienta al estudiante hacia la formulación coherente y lógica del dato o hecho que va a argumentar.	
		2.- La docente orienta al estudiante hacia la formulación clara y precisa del dato o hecho que va a argumentar.	
		3.- La docente orienta al estudiante en la formulación del dato o hecho a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	
		4.- La docente orienta al estudiante en la formulación del dato o hecho a partir de una observación o indagación.	
	Justificación	5.- La docente promueve que el estudiante utilice términos científicos en sus argumentaciones.	
		6.- La docente promueve que el estudiante desarrolle el significado de los términos científicos en sus argumentaciones.	
		7.- La docente promueve que el estudiante utilice leyes y/o teorías científicas en sus argumentaciones.	
	Fundamentos o apoyo	8.- La docente orienta al estudiante en el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.	
		9.- La docente orienta al estudiante en el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.	
		10.- La docente orienta al estudiante en el uso de evidencias que apoyen las justificaciones en sus argumentaciones.	
Calificadores modales	11.- La docente orienta al estudiante en el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		
Refutaciones o excepciones	12.- La docente orienta al estudiante en la formulación de contraargumentos.		
Conclusión	13.- La docente orienta al estudiante en la formulación de una conclusión que se apoye en los fundamentos presentados.		
	14.- La docente orienta al estudiante en la formulación de una conclusión que se relacione con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.		
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	Modelización	15.- La docente utiliza estrategias para favorecer que los estudiantes elaboren su modelo científico.	

	16.- La docente orienta a los estudiantes en el uso de términos o fundamentos científicos en la elaboración de sus modelos.
	17.- La docente utiliza estrategias para socializar los modelos científicos elaborados por los estudiantes con la finalidad de ser mejorados.
Indagación	18.- La docente propicia que los estudiantes formulen preguntas que relacionen variables.
	19.- La docente propicia que los estudiantes formulen hipótesis que relacionen variables.
	20.- La docente propicia que los estudiantes generen sus propios pasos a seguir en la elaboración de su modelo científico.
	21.- La docente promueve el análisis de los resultados obtenidos luego de la indagación.
	22.- La docente promueve la comunicación de los resultados a través de un medio físico o virtual.
Argumentación	23.- La docente propicia un ambiente favorable para el intercambio de ideas.
	24.- La docente promueve que los estudiantes elaboren argumentos como producto de un proceso de indagación.
	25.- La docente promueve que los estudiantes utilicen modelos científicos como parte de la argumentación.
Contextualización	26.- La docente narra una situación significativa contextualizada que motiva al estudiante a realizar una indagación científica.
	27.- La docente genera un ambiente favorable para realizar una indagación utilizando el servicio de videoconferencia.
Objetivos	28.- La docente presenta de forma clara y precisa el propósito de la sesión.
	29.- El propósito de la sesión activa en el estudiante la memoria de trabajo y la flexibilidad mental.
	30.- El propósito de la sesión genera en el estudiante desarrollar procesos de planeación y organización para la solución de problemas complejos.
Profesor	31.- La docente planifica las actividades a partir de los saberes previos de los estudiantes.
	32.- La docente comparte recursos digitales con sus estudiantes en un entorno virtual.
	33.- La docente promueve la redacción de textos argumentativos a partir de una estrategia establecida.

NEUROTECNOLOGÍA
EDUCATIVA

	34.- La docente promueve que los estudiantes amplíen sus conocimientos y generen nuevas indagaciones.
	35.- El estudiante muestra disposición favorable hacia la indagación científica y búsqueda de información.
	36.- El estudiante comprende el propósito y el producto de la sesión.
Alumno	37.- El estudiante planifica y desarrolla actividades de indagación científica y de búsqueda de información utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos.
	38.- El estudiante redacta un texto argumentativo para comunicar su postura frente al tema indagado.
Instrumentos	39.- Los recursos tecnológicos y/o las herramientas digitales responden o ayudan a los estudiantes a alcanzar el propósito en la sesión.
	40.- La docente explica de forma clara y precisa el uso de las herramientas digitales.
	41.- Los estudiantes seleccionan y organizan información para construir sus argumentos utilizando herramientas digitales.
Procesos y actividades	42.- La docente promueve el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad a través del diálogo y la reflexión con los estudiantes sobre la elaboración de sus modelos científicos.
	43.- La docente desarrolla el modelo de Toulmin para que los estudiantes elaboren sus textos argumentativos.
	44.- Los estudiantes realizan procesos de metacognición para autoevaluar la manera cómo aprendieron a redactar un texto argumentativo.
Evaluación	45.- Los estudiantes realizan procesos de metacognición para autoevaluar la manera cómo elaboraron su modelo científico.
	46.- Los estudiantes realizan procesos de metacognición para autoevaluar la manera cómo realizaron el proceso de indagación.

Nota. Elaboración propia

3.4.4 Matriz de operacionalización para la guía de entrevista (GE)

La siguiente matriz sirvió de base para la elaboración de la entrevista aplicada a los estudiantes la cual contiene 25 preguntas distribuidas en cada categoría y subcategoría de la siguiente manera: la categoría argumentación científica contiene 06 subcategorías, 14 indicadores que dan origen a 08 preguntas; la categoría prácticas científicas contiene 03 subcategorías, 11 indicadores que dan origen a 06 preguntas y la categoría neurotecnología educativa contiene 07 subcategorías, 21 indicadores que dan origen a 11 preguntas. Es preciso indicar que los indicadores se encuentran redactados en función a los estudiantes y que la numeración de las preguntas responde al orden en que aparecen en la guía de entrevista.



Tabla 11

Matriz de operacionalización de la guía de entrevista de estudiantes (GE)

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	Datos o hechos	1.- El estudiante explica de manera coherente y lógica el dato o hecho que va a argumentar.	6.- Una vez recibida la indicación, ¿Cómo inicias la redacción de un texto argumentativo? 7.- Una vez definido el tema ¿De dónde obtienes la información para iniciar tu texto argumentativo?
		2.- El estudiante explica de manera clara y precisa el dato o hecho que va a argumentar.	
		3.- El estudiante presenta el dato o hecho obtenidos a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	
		4.- El estudiante presenta el dato o hecho obtenidos a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	
	Justificación	5.- El estudiante utiliza términos científicos en sus argumentaciones.	8.- ¿Qué elementos utilizas para defender el hecho o fenómeno en estudio?
		6.- El estudiante desarrolla el significado de los términos científicos.	
		7.- El estudiante utiliza leyes y/o teorías científicas en sus argumentaciones.	
	Fundamentos o apoyo	8.- El estudiante utiliza ejemplos que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.	9.- ¿Qué otros elementos utilizas para dar soporte a las ideas que defienden el hecho o fenómeno?
		9.- El estudiante utiliza comparaciones que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.	
		10.- El estudiante utiliza evidencias que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.	
Calificadores modales	11.- El estudiante utiliza adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	10.- ¿De qué manera puedes dar énfasis a tus afirmaciones en el texto argumentativo?	
Refutaciones o excepciones	12.- El estudiante formula al menos un contraargumento.	11.- ¿De qué manera elaboras los contraargumentos?	
Conclusión	13.- El estudiante formula una conclusión que se apoya en los fundamentos presentados.	12.- ¿Cómo concluyes la redacción de tu texto argumentativo? 25.- ¿Qué lecciones aprendidas te deja este nuevo aprendizaje?	
	14.- El estudiante formula una conclusión que se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.		
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	Modelización	15.- El estudiante elabora su modelo científico a partir de la estrategia establecida por la docente. 16.- El estudiante aplica los términos o fundamentos científicos en la elaboración de sus modelos.	13.- ¿Para qué elaboras un modelo científico? ¿De qué manera crees puedes mejorarlo?

Indagación	17.- El estudiante socializa sus modelos científicos con la finalidad de ser mejorados.	
	18.- El estudiante formula preguntas que relacionen variables.	14.- ¿Cómo te das cuenta de que has formulado una buena pregunta e hipótesis de indagación?
	19.- El estudiante formula hipótesis que relacionen variables.	
	20.- El estudiante genera sus propias estrategias para elaborar sus modelos científicos.	15.- ¿Qué estrategias seguiste para comprobar tus hipótesis?
	21.- El estudiante analiza los resultados obtenidos luego de la indagación.	16.- Una vez que cuentas con los resultados ¿Qué acción realizas con ellos?
	22.- El estudiante socializa los resultados de sus indagaciones.	17.- ¿Qué estrategia han seguido para presentar los resultados de las indagaciones a sus compañeros?
Argumentación	23.- Los estudiantes intercambian ideas en un ambiente favorable.	
	24.- El estudiante elabora argumentos como producto de un proceso de indagación.	18.- ¿De qué manera los modelos científicos y la búsqueda de información te han ayudado a elaborar tu texto argumentativo?
	25.- El estudiante elabora argumentos a partir de los modelos científicos.	
Contextualización	26.- El estudiante realiza una indagación científica a partir de una situación significativa contextualizada.	
	27.- La docente genera un ambiente favorable para realizar una indagación utilizando el servicio de videoconferencia.	1.- ¿De qué manera la profesora inicia habitualmente las clases de ciencias?
Objetivos	28.- El estudiante comprende de forma clara y precisa el propósito de la sesión.	
	29.- El propósito de la sesión activa en el estudiante la memoria de trabajo y la flexibilidad mental.	
	30.- El estudiante desarrolla procesos de planeación y organización para la solución de problemas complejos.	2.- ¿Es claro el propósito y producto que se espera que logres al final de la sesión?
	31.- El estudiante expresa sus saberes previos a partir de una actividad propuesta por la docente.	
Profesor	32.- El estudiante accede a los recursos digitales a través de un entorno virtual.	
	33.- El estudiante redacta textos argumentativos a partir de una estrategia establecida por la docente.	3.- ¿Cómo crees que te ayuda la profesora a lograr el propósito de la sesión?
	34.- El estudiante amplía sus conocimientos y genera nuevas indagaciones.	

NEUROTECNOLOGÍA
EDUCATIVA

Alumno	35.- El estudiante muestra disposición favorable hacia la indagación científica y búsqueda de información.	4.- Una vez que se presenta la actividad ¿Te sientes cómodo(a) y en la capacidad para realizarla? 5.- ¿Cómo te organizas para realizar las actividades que te llevan a elaborar tu texto argumentativo?
	36.- El estudiante comprende de forma clara y precisa el producto de la sesión.	
	37.- El estudiante planifica y desarrolla actividades de indagación científica y de búsqueda de información utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos.	
	38.- El estudiante redacta un texto argumentativo para comunicar su postura frente al tema indagado.	
Instrumentos	39.- El estudiante alcanza el propósito de la sesión con ayuda de los recursos tecnológicos y/o las herramientas digitales.	19.- ¿Qué recursos tecnológicos utilizas para desarrollar tus actividades? ¿Puedes nombrar o describir alguno de ellos? 20.- ¿Cómo crees que te ayudan los recursos tecnológicos a elaborar tu texto argumentativo?
	40.- El estudiante comprende de forma clara y precisa el uso de las herramientas digitales.	
Procesos y actividades	41.- El estudiante selecciona y organiza información utilizando herramientas digitales.	21.- ¿Cómo obtienes información para fundamentar o argumentar los resultados de tus indagaciones? 22.- ¿Qué recursos utilizas para poder apoyarte en la argumentación de tus ideas?
	42.- El estudiante reflexiona y dialoga sobre diferentes maneras de elaborar su modelo científico.	
	43.- El estudiante utiliza el modelo de Toulmin para redactar su texto argumentativo.	
Evaluación	44.- El estudiante reflexiona sobre la forma cómo redactó su texto argumentativo.	23.- ¿Cómo verificas tus logros en el proceso de argumentar científicamente? 24.- ¿Son claros los criterios o las indicaciones de lo que se va a evaluar en tus producciones?
	45.- El estudiante reflexiona sobre la forma cómo elaboró su modelo científico.	
	46.- El estudiante reflexiona sobre la forma cómo realizó el proceso de la indagación científica.	

Nota. Elaboración propia

3.4.5 Matriz de operacionalización para la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA)

La siguiente matriz sirvió de base para la elaboración de la guía de análisis de los textos argumentativos. En este instrumento se consideran como criterios de evaluación a los elementos establecidos en la propuesta de Toulmin. Los indicadores de la categoría Argumentación científica se encuentran distribuidos de la siguiente manera: la subcategoría Datos o hechos cuenta con 04 indicadores; las subcategorías Justificación y Fundamentos o apoyo cuentan con 03 indicadores cada uno; las subcategorías Contraargumento y Refutadores cuentan con 01 indicador cada uno y la subcategoría Conclusión cuenta con 02 indicadores. Es preciso indicar que los indicadores se encuentran redactados en función a los elementos que se van a evidenciar en el texto argumentativo y que representan, por tanto, el desarrollo de la habilidad en el estudiante.

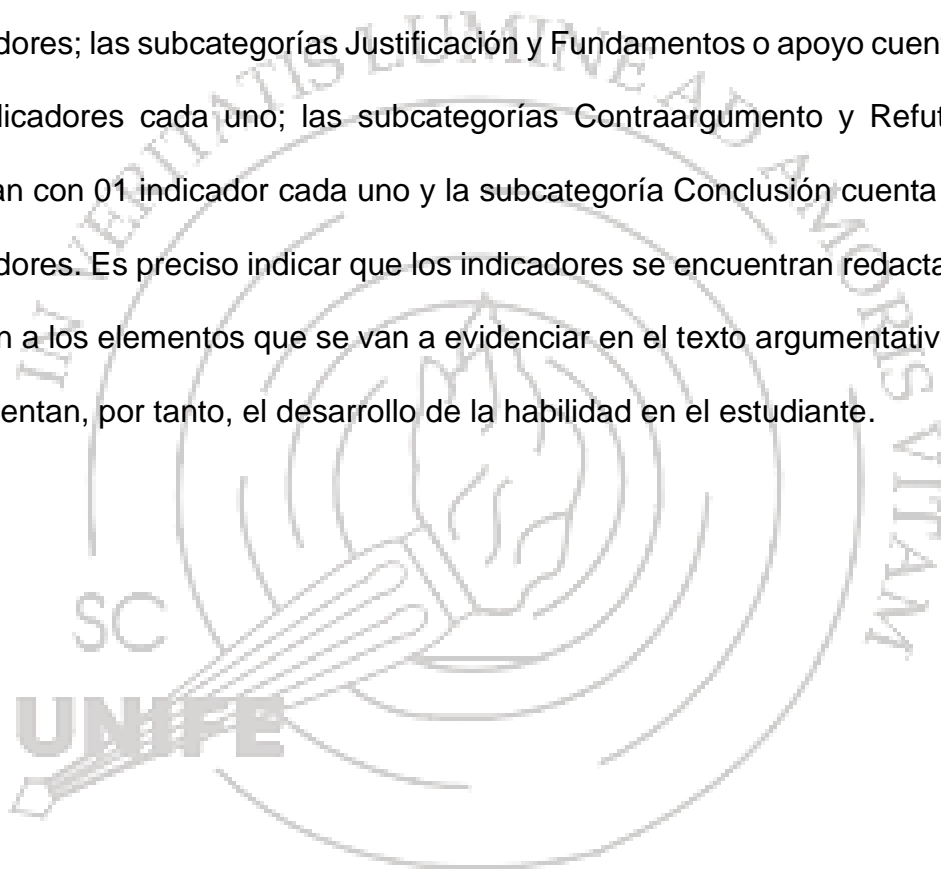


Tabla 12*Matriz de operacionalización de la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA)*

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	SI	NO	EVIDENCIA EN EL DOCUMENTO
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	Datos o hechos	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.			
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.			
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.			
		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.			
	Justificación	Se han utilizado términos científicos.			
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.			
	Fundamentos o apoyo	Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.			
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.			
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.			
	Calificadores modales	Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.			
	Refutaciones o excepciones	Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.			
		Se observan ideas que se oponen a los argumentos.			
Conclusión	Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.				
	La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.				

Nota. Elaboración propia

3.5 Proceso de validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos (guía de entrevista de estudiantes, guía para el diario reflexivo, guía de observación docente, guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje y de los textos argumentativos) se realizó mediante la técnica de juicio de expertos. Para ello se envió la carta de autorización a 05 expertos: 03 Doctores en Educación y 02 Magister en Educación, la cual se puede ver en el Apéndice B. Los criterios que se consideraron para la validación fueron:

- a.- Evidencia relacionada al contenido
- b.- Claridad de redacción

Las observaciones que mayormente realizaron los expertos y sobre las cuales se realizaron los ajustes posteriores a los instrumentos se pueden observar en la siguiente tabla:

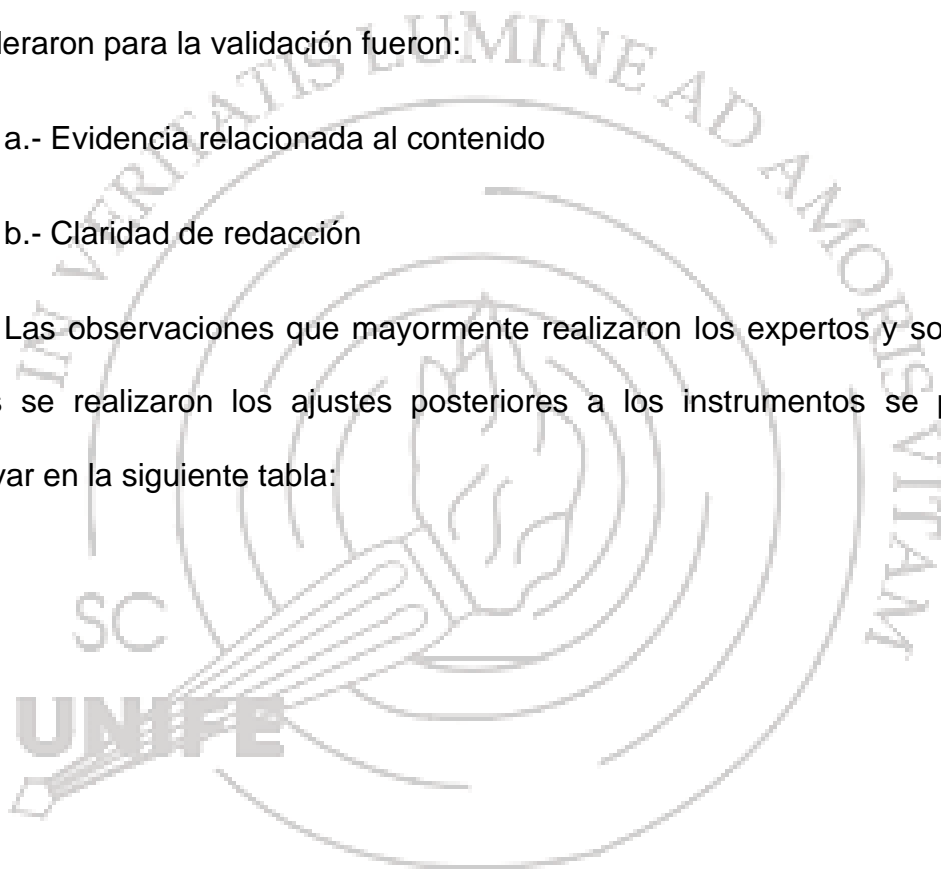


Tabla 13

Observaciones realizadas por los expertos y toma de decisiones

INSTRUMENTO	OBSERVACIONES	DECISIÓN
Guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje (GAPS)	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere ser más específica con lo que esperas, lo uno o lo otro es vago; define qué mecanismos o principios; no ambos. • Clarificar el término “diseños experimentales”. • Se sugiere enfocar mejor al término “flexibilidad mental” pues eso supone la activación de la memoria de trabajo. • Se sugiere fusionar dos elementos, evitar repetir términos, considerar un solo bloque integrado en el docente. • Se sugiere describir con otras palabras la expresión facilitadora o mediadora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se definió términos precisos en un ítem de la categoría argumentación científica • Se precisó el término cambiando a “modelos científicos”. • Se mejoró la redacción del ítem en la categoría neurotecnología educativa. • No se eliminan los ítems, por el contrario, se reajusta la redacción ya que se considera al menos 2 ítems por cada categoría de estudio para lograr la validación. • Se fusionó el ítem con otro que permitía obtener información semejante.
Guía de observación docente (GOD)	<ul style="list-style-type: none"> • Se observa que se confunden muchos procedimientos que realiza el docente, se sugiere unificar algunos aspectos. Se considera un buen análisis, pero requiere sistematización. • Sería bueno precisar a qué tipo de calificadores modales se refieren. • La expresión “ambiente adecuado”, no se sabe exactamente a qué se refiere. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se revisaron los ítems de cada categoría y se fusionaron aquellos que al parecer podrían dar la misma información; sin embargo, se cuidó mantener el número de ítems por cada categoría para lograr su significatividad. • Se precisó en el ítem que los calificadores modales se refieren a los adverbios. • Se cambió la expresión “ambiente adecuado” por ambiente favorable”.
Guía de análisis del diario reflexivo (GADR)	<ul style="list-style-type: none"> • Precisar el término “recurso tecnológico”. • Se sugiere utilizar otra palabra diferente a “induce” pero que signifique lo mismo. • Se sugiere que los enunciados indiquen de alguna manera que se trata del texto de un diario reflexivo. • ¿Cómo se evidencia en un diario que “la docente narra una situación significativa? Se sugiere “la docente narra la situación”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se especificó con el término “entorno virtual”. • Se cambió la palabra “induce” por “propicia”. • Se mejoró la redacción de los ítems fusionando aquellos que son semejantes. • Se cambió el ítem por “La docente narra una situación significativa”.
	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere complementar la formulación de un ítem. • Se sugiere utilizar vocablos más simples a “recursos, estrategias” 	<ul style="list-style-type: none"> • Se reajustó la pregunta por “¿Qué mecanismos o elementos utilizas para justificar...?” • Se cambió a la pregunta: ¿Qué otros elementos utilizas para dar soporte a las ideas que defienden el hecho o fenómeno?

<p>Guía de entrevista de estudiantes (GE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No se observa la razón del contraargumento si solo se va a solicitar un argumento. • ¿Qué estrategia han seguido para presentar sus resultados de sus indagaciones a sus compañeros? • Precisar el término “representaciones”. • Se sugiere disminuir el número de preguntas de la entrevista considerando el tiempo y las repreguntas que pueden surgir en cada pregunta. • La pregunta “¿Qué te motiva a realizar la actividad?” para preguntar por la disposición favorable del estudiante, no es clara. • Se sugiere preguntar al estudiante ¿qué lecciones aprendidas les deja ese nuevo aprendizaje al igual que al maestro? 	<ul style="list-style-type: none"> • Se mejoró la redacción del ítem toda vez que es el único indicador. • ¿Qué estrategia han seguido para presentar los resultados de las indagaciones a sus compañeros? • Se cambió por el término “modelos científicos”. • Se fusionan algunas preguntas semejantes cuidando el número de ítems por cada categoría, se eliminan las que podrían generar la misma respuesta. • Se cambió por la siguiente pregunta: “Luego de recibir la indicación ¿Te sientes cómodo(a) y en la capacidad para realizarla?” • Se incluye el ítem 25 en la entrevista, sólo en relación con el estudiante.
<p>Guía de análisis de los textos argumentativos (GATA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los términos “coherente, lógica y precisa” no deben ir en un solo ítem ya que el último es una característica diferente a los dos anteriores. • Se sugiere precisar los términos “mecanismos o principios científicos”. • Contextualizar el término “recurso tecnológico” • Se sugiere cambiar el término “búsqueda de explicaciones” por “búsqueda de información”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se generaron dos ítems en la subcategoría Datos o hechos. • Se cambiaron los términos “mecanismos o principios” por “leyes o teorías”. • Se cambió el término por “entono virtual”. • Se aceptó el cambio.

Nota. Elaboración propia

El reajuste de los ítems permitió mejorar su redacción, eliminar palabras o frases que se repetían y unificar algunos indicadores; sobre todo en la guía de análisis documental de la planificación de la sesión de aprendizaje, en la guía de observación docente y en la guía de la entrevista de los estudiantes.

3.6 Proceso de recogida de información

- Autorización de la Institución Educativa

Luego de la validación de los instrumentos, la docente investigadora se comunicó con las autoridades de la Institución Educativa donde se planificó aplicar la investigación. Para ello, se envió una carta solicitando la autorización vía correo electrónico y a través de una entrevista virtual y respuesta formal de la Dirección, se obtuvo el permiso correspondiente para la recogida de información. El modelo de la carta de autorización se observa en el Apéndice C.

- Consentimiento informado

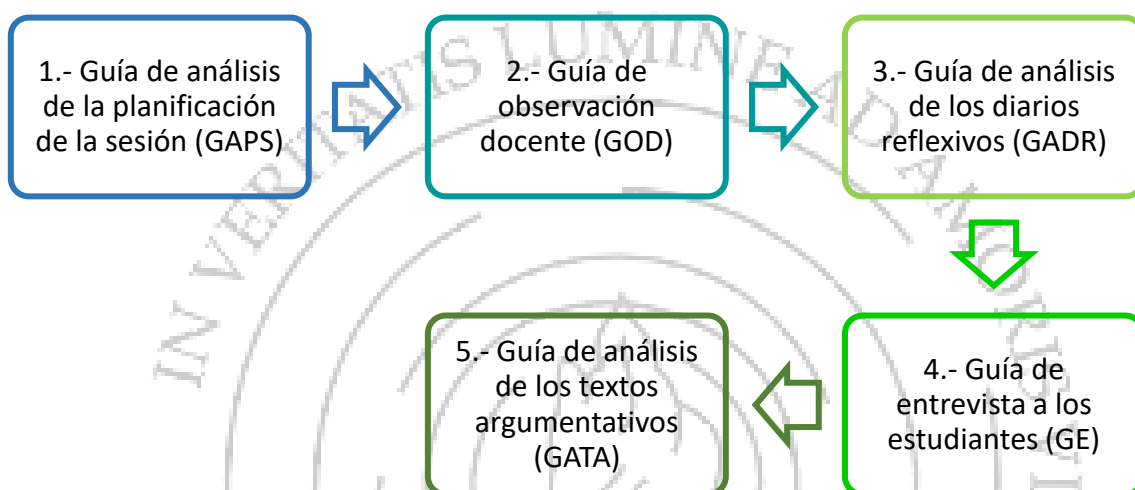
De igual manera, se envió una carta de consentimiento informado dirigida a los padres de familia para la aplicación de las entrevistas a los estudiantes y para el análisis de sus textos argumentativos, la cual se encuentra en el Apéndice D. Debido a las inquietudes que surgieron en los padres de familia, fue necesario realizar una reunión con presencia del director, vía *Google Meet*, para explicar con más detalle el desarrollo de las actividades relacionadas a la investigación. Entre los principales aspectos tratados fueron el cronograma de las entrevistas y las actividades generadas de la investigación. Respecto al primer aspecto, se explicó que las entrevistas se realizarían fuera del horario escolar; no obstante, los estudiantes podrían indicar el día y hora más apropiada para ser entrevistados. En cuanto al segundo aspecto, se enfatizó que la redacción de los textos argumentativos formaría parte de la sesión de aprendizaje, sin llegar a convertirse en una actividad adicional. Luego de esta reunión en la que se absolvieron todas las interrogantes, se invitó a los padres de familia a que voluntariamente envíen los consentimientos informados debidamente firmados.

Estos fueron escaneados y enviados vía *WhatsApp* a la docente investigadora, obteniéndose a la fecha de inicio de la investigación, veintidós autorizaciones.

Luego de obtener la respuesta de los padres de familia, se inició con la recogida de información, la cual se desarrolla a partir del siguiente esquema.

Figura 23

Ruta de la aplicación de los instrumentos



Nota. Elaboración propia

a. Guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS)

Para recoger información sobre la planificación de las sesiones de aprendizaje con la guía correspondiente (GAPS), la docente investigadora elaboró 18 sesiones de aprendizaje para el 3º grado de secundaria y 18 sesiones de aprendizaje para el 5º grado de secundaria. Estas se desarrollaron entre los meses de agosto a diciembre del 2021. La distribución de las sesiones, así como el grado correspondiente aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 14

Cronograma de ejecución de las sesiones de aprendizaje de 3ero. de secundaria

Nº	NOMBRE DE LA SESIÓN	CRONOGRAMA (semanas por mes)																	
		AGO			SET			OCT			NOV			DIC					
		2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º
1	La importancia del genoma humano en la promoción de una sana convivencia.	X																	
2	Conceptos básicos sobre genética – Leyes de Mendel		X	X															
3	Indagamos y explicamos la importancia de mantener la homeostasis para una vida saludable. (*)				X	X													
4	Comprendiendo la importancia de realizar actividades físicas para mantener la homeóstasis. (*)					X	X												
5	El texto argumentativo: definición, estructura, tipos. (*)						X	X					X	X					
6	Comprendemos la importancia de las tecnologías utilizadas para la adquisición, cuidado y mantenimiento del agua.							X											
7	El agua: propiedades físicas y químicas.								X	X									
8	Diseñamos soluciones tecnológicas para el filtrado del agua.										X								
9	Explicamos y fundamentamos la importancia de ingerir alimentos con alto valor nutricional. (**)											X	X						
10	Los carbohidratos: estructura y clasificación. (**)												X		X				
11	La fotosíntesis y la respiración celular.												X						
12	Mantenemos el suelo de nuestra localidad libre de contaminación.														X				
13	Explicamos el funcionamiento de las células de las plantas en la descontaminación de suelo															X			
14	Las plantas y los metales pesados																X		
15	Diseñamos e implementamos una solución tecnológica en base a la fitorremediación.																	X	X

Nota: Adaptado a partir de las sesiones de aprendizaje propuestas en la estrategia “Aprendo en casa” - 2021.

(*) Sesiones observadas en la primera iteración.

(**) Sesiones observadas en la segunda iteración.

Tabla 15

Cronograma de ejecución de las sesiones de aprendizaje de 5to. de secundaria

Nº	NOMBRE DE LA SESIÓN	CRONOGRAMA (semanas por mes)																	
		AGO			SET				OCT			NOV			DIC				
		2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º
1	Indagamos sobre la biomecánica en el cuerpo humano	X																	
2	Máquinas simples: concepto de palanca, tipos y aplicaciones en el cuerpo humano. Momento de fuerza.		X	X															
3	Indagamos sobre la resistencia del plástico y explicamos sus propiedades físicas y químicas para su uso responsable. (*)				X														
4	La resistencia mecánica del plástico. La ley de Hooke. (*)					X													
5	El texto argumentativo: definición, estructura, tipos. (*)						X	X					X	X					
6	Comprendemos los problemas que generan las variaciones de temperatura en nuestra localidad.							X											
7	Calor y temperatura, equilibrio térmico, formas de propagación del calor en los cuerpos.								X										
8	Diseñamos soluciones tecnológicas para enfrentar el friaje.									X									
9	Comprendemos los problemas que generan los residuos sólidos en la salud de las personas. (**)										X								
10	Mantenemos el suelo de nuestra localidad libre de contaminación de residuos sólidos: Tecnopor. (**)										X	X							
11	Indagamos sobre el comportamiento de los fluidos. (**)												X						
12	Mecánica de fluidos: principio de Arquímedes y de Pascal. (**)												X	X					
13	Explicamos el funcionamiento del sistema nervioso ante situaciones de riesgo o inseguridad.															X			
14	Dinámica: trabajo mecánico																	X	
15	Planteamos una alternativa de solución al problema de la inseguridad ciudadana.																	X	X

Nota: Adaptado a partir de las sesiones de aprendizaje propuestas en la estrategia “Aprendo en casa” - 2021.

(*) Sesiones observadas en la primera iteración.

(**) Sesiones observadas en la segunda iteración.

b. Guía de observación docente (GOD)

La información recogida con la guía de observación docente (GOD) se obtuvo en un primer momento, de la observación de las sesiones 3, 4 y 5 para ambos grados. En un segundo momento, se aplicó la guía a las sesiones 9 y 10 en tercero de secundaria y a las sesiones 9, 10, 11 y 12 en quinto de secundaria. Para ambas observaciones se seleccionaron a 03 docentes observadores. En el primer momento participaron dos observadores internos y uno externo a la institución educativa; mientras que, para el segundo momento participaron dos externos y uno interno. En ambas visitas, los observadores ingresaron al entorno virtual *Google Classroom* con el enlace generado por la docente investigadora y en el horario escolar correspondiente.

c. Guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR)

Para registrar la información sobre las ocurrencias diarias de las sesiones de aprendizaje virtuales, la docente investigadora redactó 15 diarios reflexivos utilizando el procesador de texto *Microsoft Word*. Los ítems de la guía de análisis correspondiente (GADR) orientó la selección de las frases o los párrafos significativos por cada subcategoría y categoría.

d. Guía de entrevista a estudiantes (GE)

Con la finalidad de recoger información y apreciaciones de los estudiantes respecto a las estrategias desarrolladas para la elaboración de textos argumentativos y aplicación de las prácticas científicas, la docente investigadora entrevistó de manera virtual a 12 estudiantes utilizando la guía de entrevista (GE) durante el desarrollo de la sesión 14 y 15 en ambos grados. Para ello se utilizó la videoconferencia *Google Meet* institucional y cada entrevista tuvo un promedio de duración de 45 minutos.

e. Guía de análisis de los textos argumentativo (GATA)

Finalmente, para determinar las características de los textos argumentativos de los estudiantes, la docente investigadora aplicó la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA) a 03 producciones por cada estudiante. Esta información permitió conocer y corroborar sus avances respecto a la redacción de textos argumentativos.

Una vez recogida toda la información a partir de la aplicación de los cinco instrumentos, la docente investigadora seleccionó, organizó y codificó las respuestas estableciéndose una relación entre respuesta y el indicador.

3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Tratamiento y procesamiento de la información

a. Guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS)

En el caso de la GAPS, se elaboró un cuadro de doble entrada para registrar las respuestas de los observadores en ambas aplicaciones; por cada ítem, de cada subcategoría y categoría del instrumento. Luego de consolidar las respuestas y contrastarlas entre sí, se redactaron los resultados por cada subcategoría y categoría.

b. Guía de observación docente (GOD)

Del mismo modo, en el caso de la GOD, se elaboró otro cuadro de doble entrada en el cual se registraron las respuestas de los observadores en ambas aplicaciones; por cada ítem, de cada subcategoría y categoría del instrumento. Luego de consolidar las respuestas y contrastarlas entre sí, se redactaron los resultados por cada subcategoría y categoría. Para ambos casos, es decir para

la GAPS y la GOD, se utilizó la hoja de cálculo *Microsoft Excel* y los resultados fueron utilizados en la primera y segunda triangulación.

c. Guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR)

Un aspecto relevante en el procesamiento de la información fue, sin duda, el uso del programa informático ATLAS.ti 9. Esta herramienta tecnológica fue desarrollada por el alemán Thomas Muhr a finales de los años 80 en la Universidad Técnica de Berlín. Su aplicación permitió a la docente investigadora publicar los diarios reflexivos para luego codificar las respuestas estableciendo una relación entre el indicador del instrumento con cada subcategoría. Luego se generó una red semántica por cada categoría a partir de la relación de las apreciaciones de cada subcategoría y que sirvió para la primera y segunda triangulación.

d. Guía de entrevista a estudiantes (GE)

Del mismo modo, la docente investigadora publicó en el programa Atlas.Ti 9 las transcripciones de las entrevistas para luego codificar las respuestas estableciendo una relación entre el indicador del instrumento con cada subcategoría. Las redes semánticas generadas por cada categoría permitieron a la docente investigadora elaborar apreciaciones que sirvieron para la tercera triangulación.

e. Guía de análisis de los textos argumentativos (GATA)

Respecto a los textos argumentativos, se elaboró una lista de cotejo con los ítems de la matriz respectiva por cada estudiante. En ella se registraron las características de cada producción escrita lo cual permitió verificar los aspectos logrados y no logrados por cada subcategoría de la categoría argumentación científica.

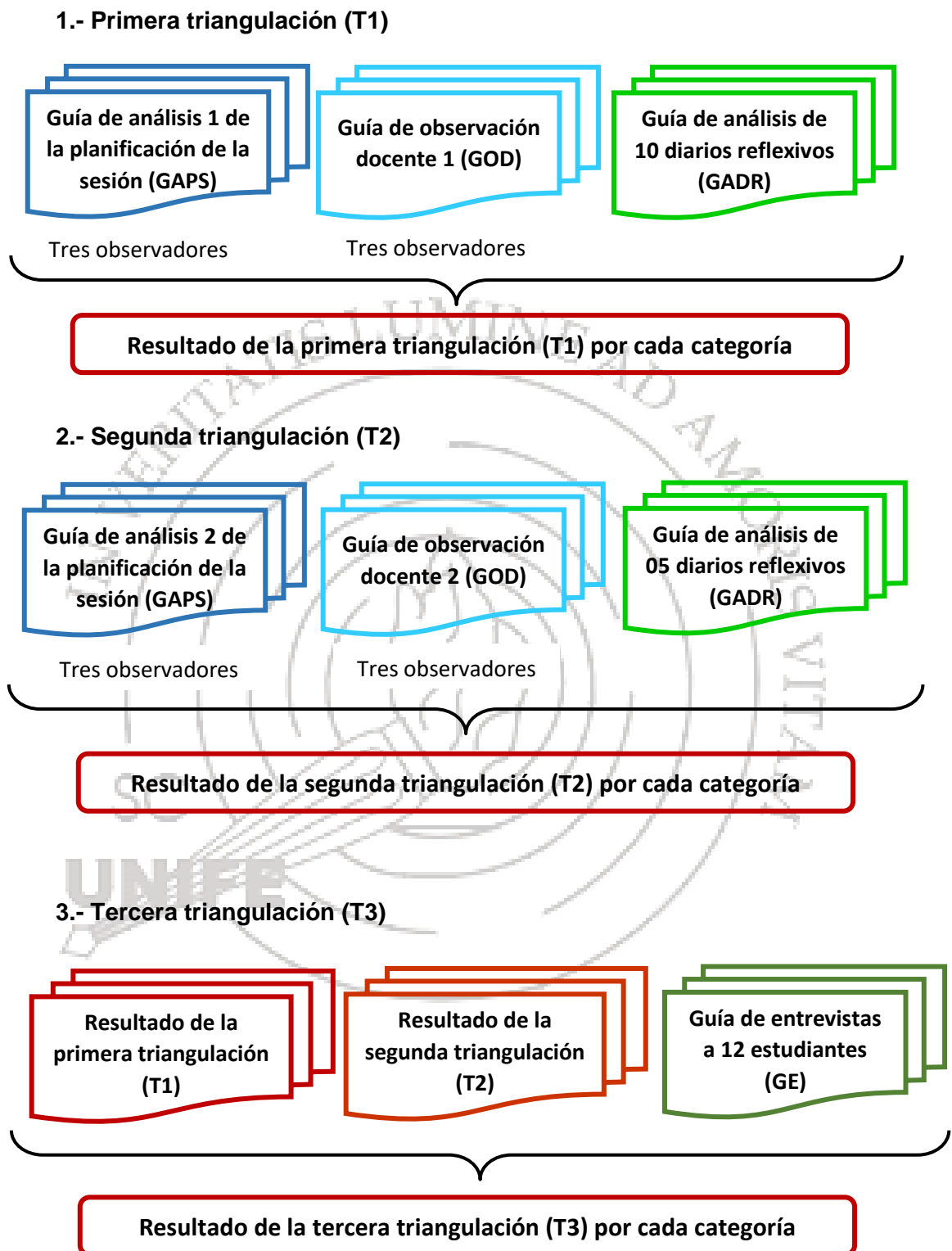
La rigurosidad y minuciosidad con la cual se procesó la información de cada instrumento implicó un análisis profundo de la información. A través de las redes semánticas generadas en Atlas.Ti 9, la docente investigadora comprendió, analizó e interpretó las relaciones generadas en cada categoría. En ese sentido, se destacan dos aspectos: el primero, cuando relacionó la información con las categorías de estudio y el segundo, cuando identificó subcategorías emergentes. Por eso, el análisis de la información codificada fue muy complejo, no solo por la cantidad y variedad de información a la que se tuvo acceso sino por las relaciones que se establecieron entre todos los instrumentos.

- **Validez y confiabilidad: triangulación**

Debido a que se trata de una investigación cualitativa, para dar credibilidad, validez y confiabilidad de los resultados de la investigación se recurrió a la técnica de la triangulación. El objetivo de la aplicación de esta técnica fue “observar”, utilizando diferentes estrategias, el mismo fenómeno para ampliar o profundizar la comprensión del fenómeno y generar una interpretación a partir de puntos de coincidencia o diferencia. Una revisión exhaustiva de la literatura permitió identificar los siguientes tipos de triangulación: de teorías, de métodos o metodológica, de investigadores y de datos (Sánchez et al., 2018; Fera et al., 2019; Jiménez y García, 2021). Además, Forni y Grande (2020), en base a lo propuesto por Norman Denzin, subdivide a la triangulación metodológica en intramétodo e intermétodo. Precisamente, en esta investigación se utilizó la triangulación metodológica de tipo intermétodo, ya que se aplicaron diversas técnicas e instrumentos de recogida de información. En la siguiente figura se muestra la ruta seguida en el proceso de las tres triangulaciones realizadas en la presente investigación.

Figura 24

Proceso de triangulación



Nota. Elaboración propia

La figura anterior esquematiza las tres triangulaciones realizadas en la presente investigación.

El proceso se inicia con el tratamiento independiente a los siguientes instrumentos: guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS), guía de observación docente (GOD) y guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR). La GAPS y la GOD fueron aplicadas por tres observadores; mientras que, la GADR fue aplicada por la docente investigadora a diez diarios reflexivos. Este proceso, que se encuentra detallado en el ítem 3.7, generó una descripción global por cada categoría en cada instrumento. A continuación, se contrastaron estas descripciones globales para elaborar la primera triangulación (T1).

El procedimiento que se siguió para la segunda triangulación (T2) fue el mismo, es decir, a partir de los mismos instrumentos (GAPS, GOD y GADR). Siguiendo el mismo tratamiento, la GAPS y la GOD fueron aplicadas por tres observadores; por el contrario, la GADR fue aplicada por la docente investigadora, esta vez a cinco diarios reflexivos. De la misma manera, este proceso generó una descripción global por cada categoría en cada instrumento, las cuales se contrastaron para elaborar la T2.

Finalmente, antes de realizar la tercera triangulación (T3) fue necesario relacionar las versiones de las entrevistas de los estudiantes por cada categoría y redactar una descripción global por cada una de ellas. Una vez redactadas estas descripciones, se contrastaron con aquellas que se obtuvieron en la primera y segunda triangulación para finalmente, llegar a una conclusión por cada categoría.

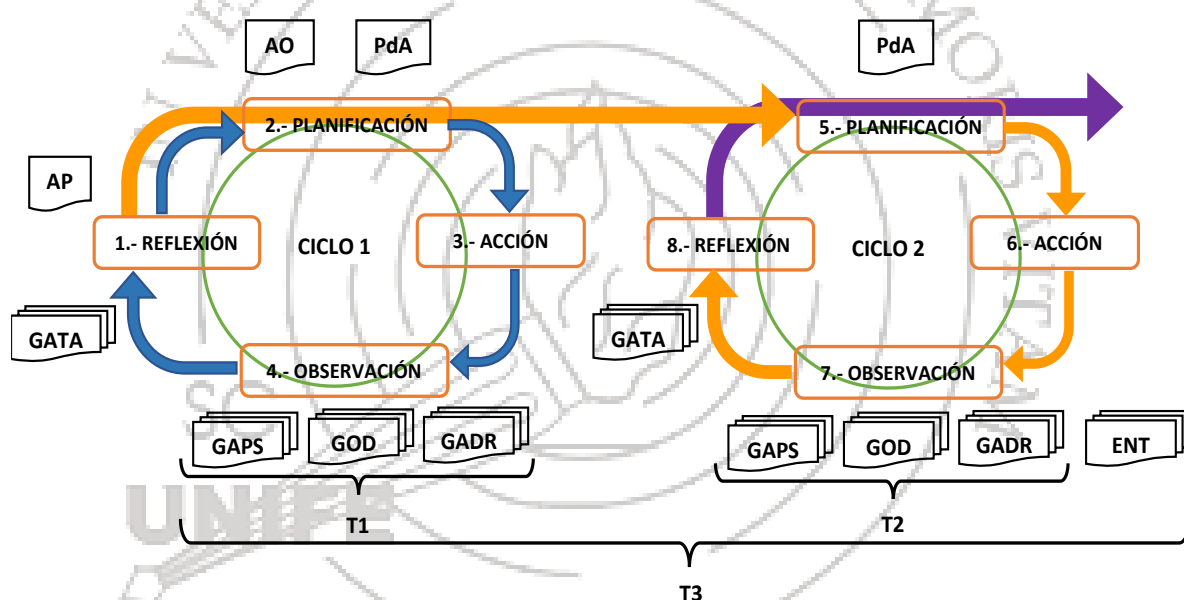
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de la presente investigación los cuales guardan relación con los objetivos específicos, objetivo general y con la naturaleza del diseño de investigación - acción.

En el siguiente gráfico, se visualiza la ruta de la presentación de los resultados asociados a las etapas de la investigación – acción.

Figura 25

Ruta de la presentación de resultados asociados a las etapas de la investigación-acción



Nota: guía de análisis de textos argumentativos (GATA), árbol de problemas (AP), árbol de objetivos (AO), plan de acción (PdA), guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS), guía de observación docente (GOD), guía de análisis del diario reflexivo (GADR), entrevistas (ENT); primera, segunda y tercera triangulación (T1, T2 y T3).

Como se puede apreciar en la figura anterior, se describen dos iteraciones o ciclos consecutivos. La primera iteración se inició con una etapa de **reflexión**

sobre la experiencia de la docente investigadora en el aula. De esta acción se obtuvo la caracterización de los textos argumentativos a partir de la aplicación de la guía de análisis correspondiente (GATA), a la primera versión de las producciones de los estudiantes y corroborado con la caracterización de la experiencia docente expresado en el árbol de problemas (AP). La segunda etapa fue la **planificación**, en la cual se elaboró el árbol de objetivos (AO) que sirvió de base para el plan de acción (PdA). En la tercera etapa que correspondió a la **acción**, se aplicaron las sesiones propuestas en el plan de acción y los instrumentos para la recogida de información. Luego, se pasó a la etapa de la **observación**. En esta etapa se realizó la primera triangulación (T1) con tres instrumentos. Finalmente, las descripciones de esta primera triangulación llevaron a la docente investigadora a realizar una nueva reflexión y evaluación de lo aplicado, con el consecuente reajuste del plan de acción e inicio de una segunda iteración.

La segunda iteración se inició con la **planificación**, es decir, con el reajuste del plan de acción que consistió en la inclusión de recursos tecnológicos como los simuladores y algunas sesiones de debate *on line*. La segunda etapa fue la **acción** en la cual se aplicaron las nuevas sesiones propuestas en el plan de acción. En la tercera etapa de la **observación** se realizó la segunda triangulación (T2) en la que también se contrastaron los mismos instrumentos que en la triangulación anterior. Finalmente, en la cuarta etapa de la **reflexión**, se realizó una tercera triangulación (T3) en la que se contrastaron las descripciones de las dos triangulaciones con las versiones de las entrevistas (ENT) realizadas a los estudiantes. Para observar los logros y dificultades en el avance de los estudiantes, se aplicó nuevamente la guía de análisis de los textos

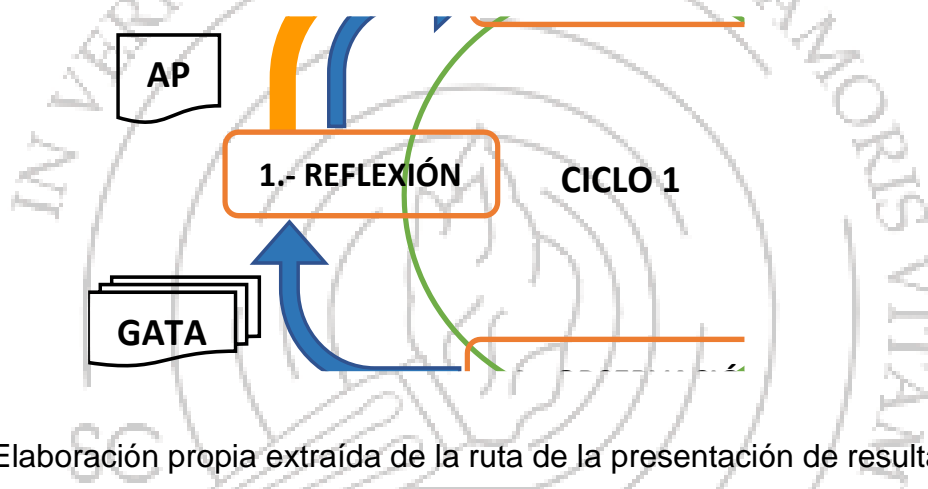
argumentativos (GATA), lo cual permitió corroborar las descripciones obtenidas en cada instrumento. Estos resultados servirán a la docente investigadora para iniciar una nueva iteración y seguir el proceso de la investigación acción.

4.1 Primera iteración

4.1.1 Reflexión sobre la práctica docente

Figura 26

Primera etapa de la primera iteración: reflexión



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la primera etapa de la primera iteración que corresponde a la reflexión que realizó la docente investigadora sobre su práctica docente. Para esta reflexión, se aplicó la guía de análisis de los textos argumentativos (GATA) a la primera producción de los estudiantes. Esta acción se continuó con la elaboración del árbol de problemas (AP). A continuación, se presenta la caracterización de los textos argumentativos al inicio de la investigación con sus respectivos gráficos por cada subcategoría y el árbol de problemas, el cual complementa la caracterización inicial de la práctica docente.

a.- Guía de análisis de los textos argumentativos: primera versión – (GATA)

Tabla 16

Caracterización de la versión inicial de los textos argumentativos – Parte 1

SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	TA1.1 – 3		TA1.2 – 3		TA1.3 - 3		TA1.4 - 3		TA1.5 - 3		TA1.6 - 3	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Datos o hechos	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X		X			X		X		X
	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X			X	X			X		X		X
	El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X			X	X		X		X			X
	El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X	X			X	X			X		X
Justificación	Se han utilizado términos científicos.	X		X		X		X		X			X
	Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X			X	X		X		X			X
	Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X		X	X		X			X		X
Fundamentos apoyo	Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X		X		X		X			X
	Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X			X		X	X		X			X
	Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X	X		X			X		X		X
Calificadores modales	Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	X			X	X			X		X		X
Refutaciones excepciones	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X		X		X		X		X
Conclusión	Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X			X	X			X		X		X
	La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X			X	X			X	X			X

Nota. La tabla corresponde a los resultados del primer texto argumentativo (TA1) de 06 estudiantes (1 – 6) de 3ero de secundaria (3).

Tabla 17

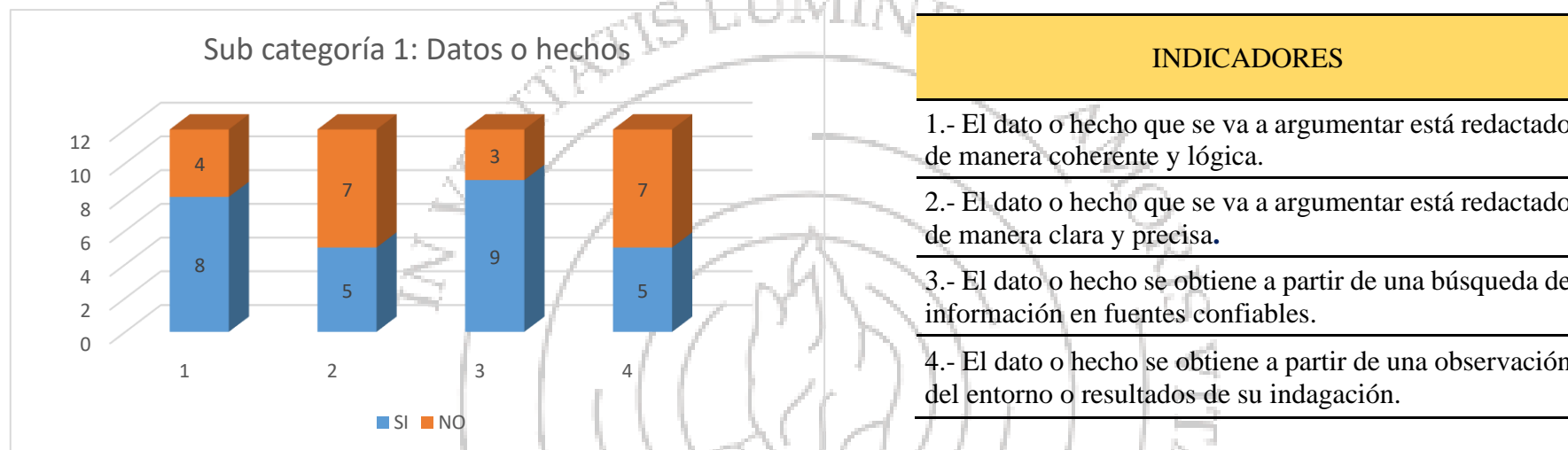
Caracterización de la versión inicial de los textos argumentativos – Parte 2

SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	TA1.7 – 5		TA1.8 – 5		TA1.9 - 5		TA1.10 - 5		TA1.11 - 5		TA1.12 - 5	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Datos o hechos	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.		X	X		X		X			X	X	
	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.		X	X		X		X		X	X	X	
	El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.		X	X		X		X		X	X	X	
Justificación	El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X		X		X	X		X		X	
	Se han utilizado términos científicos.		X	X		X		X		X		X	
	Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.		X	X		X		X		X		X	X
Fundamentos apoyo	Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X	X		X		X		X		X	
	Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.		X		X		X	X			X	X	
	Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X		X	X		X		X		X	X
Calificadores modales	Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X		X	X		X		X		X	X
Refutaciones excepciones	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X		X		X		X		X
Conclusión	Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.		X		X	X		X		X		X	X
	La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.		X		X	X		X		X		X	X

Nota. La tabla corresponde a los resultados del primer texto argumentativo (TA1) de 06 estudiantes (7 – 12) de 5to de secundaria (5).

Figura 27

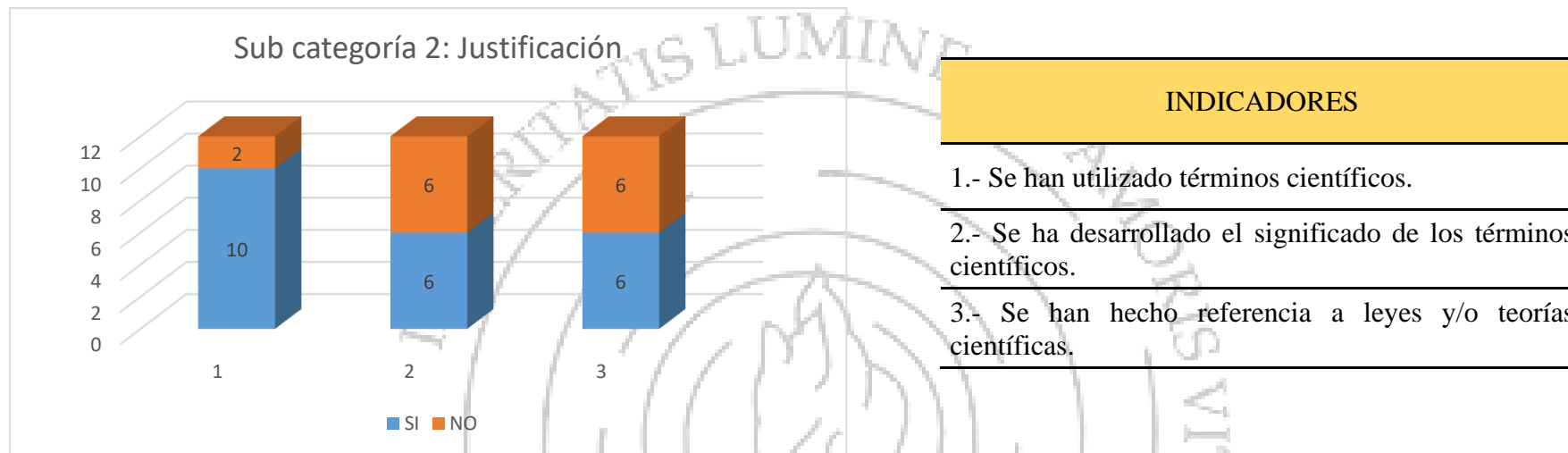
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Datos o hechos – versión inicial



Nota. El gráfico muestra que, de 12 textos argumentativos, en 08 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 04 textos no se evidencia el indicador. En 05 textos se evidencia el indicador 2 y 4; mientras que, en 07 textos no se evidencian ambos indicadores. Finalmente, en 09 textos se evidencia el indicador 3; mientras que, en 03 textos no se evidencia el indicador.

Figura 28

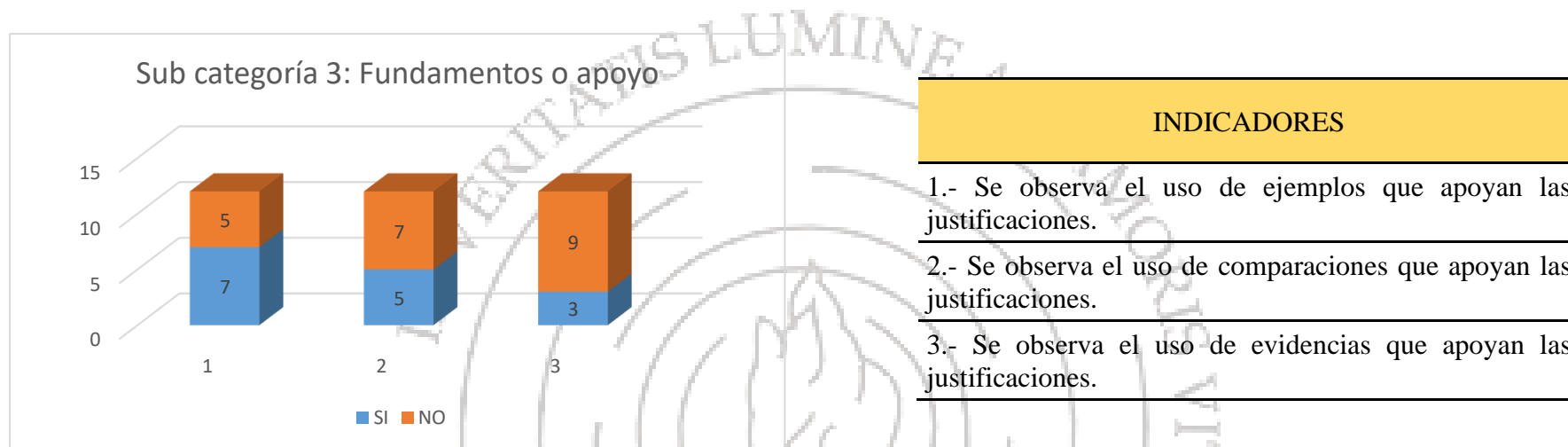
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Justificación – versión inicial



Nota. El gráfico muestra que, de 12 textos argumentativos, en 10 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 02 textos no se evidencia el indicador. En 06 textos se evidencia el indicador 2 y 3; mientras que, en 06 textos no se evidencia el indicador.

Figura 29

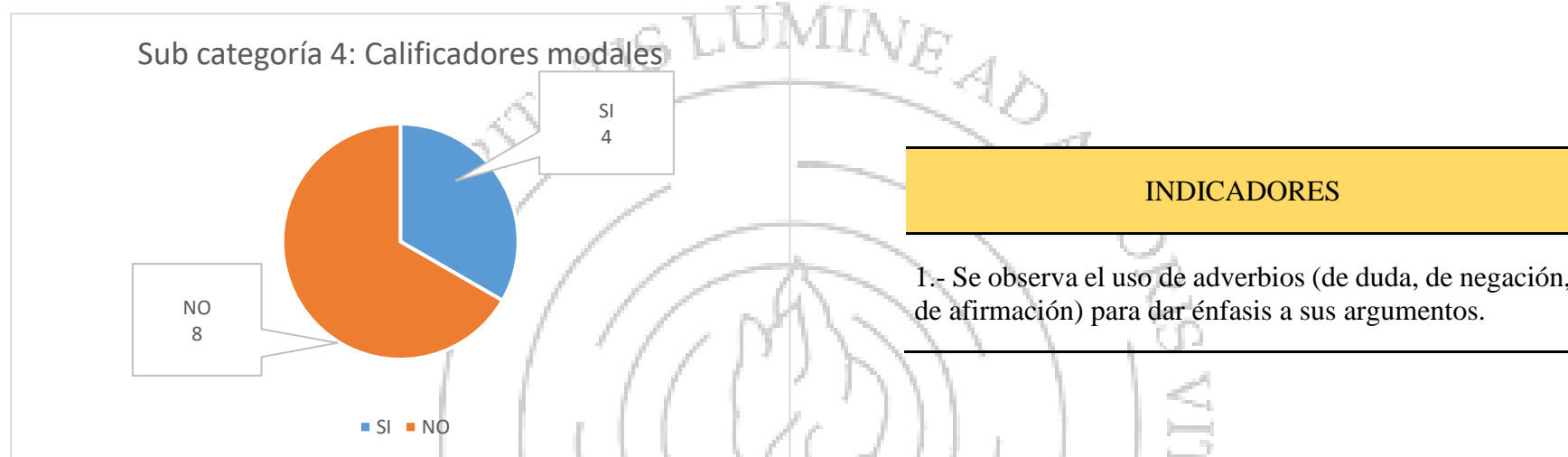
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Fundamentos o apoyo – versión inicial



Nota. El gráfico muestra que, de 12 textos argumentativos, en 07 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 05 textos no se evidencia el indicador. En 05 textos se evidencia el indicador 2; mientras que, en 07 textos no se evidencia el indicador. Finalmente, en 03 textos se evidencia el indicador 3; mientras que en 09 textos no se evidencia el indicador.

Figura 30

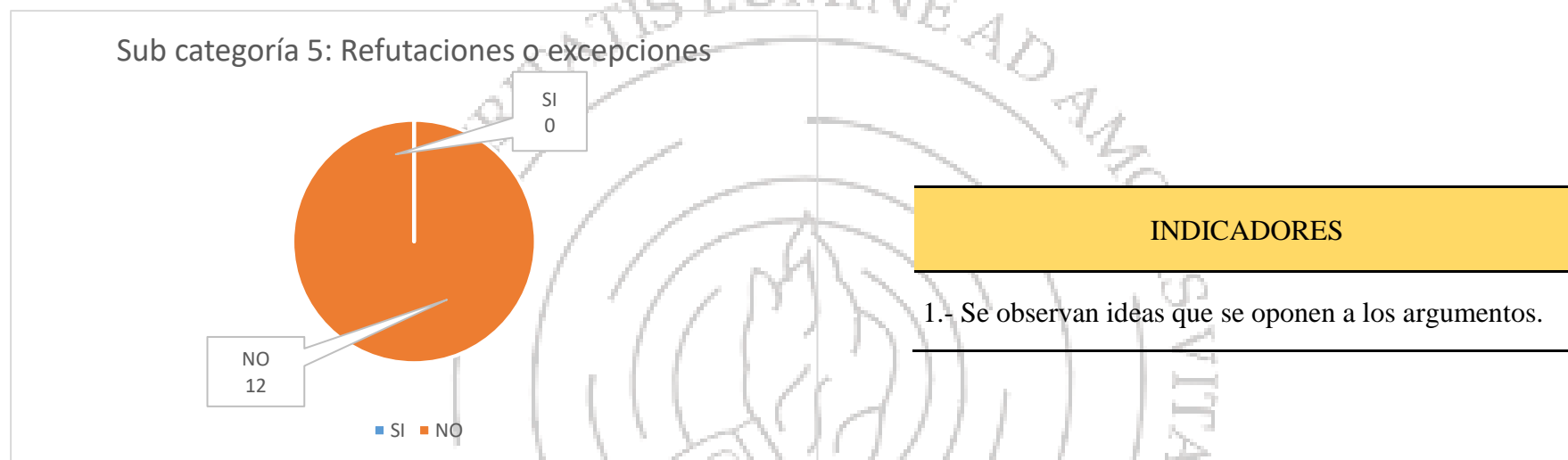
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Calificadores modales – versión inicial



Nota. El gráfico muestra que, de 12 textos argumentativos, en 08 textos se evidencia el indicador; mientras que, en 04 textos no se evidencia el indicador.

Figura 31

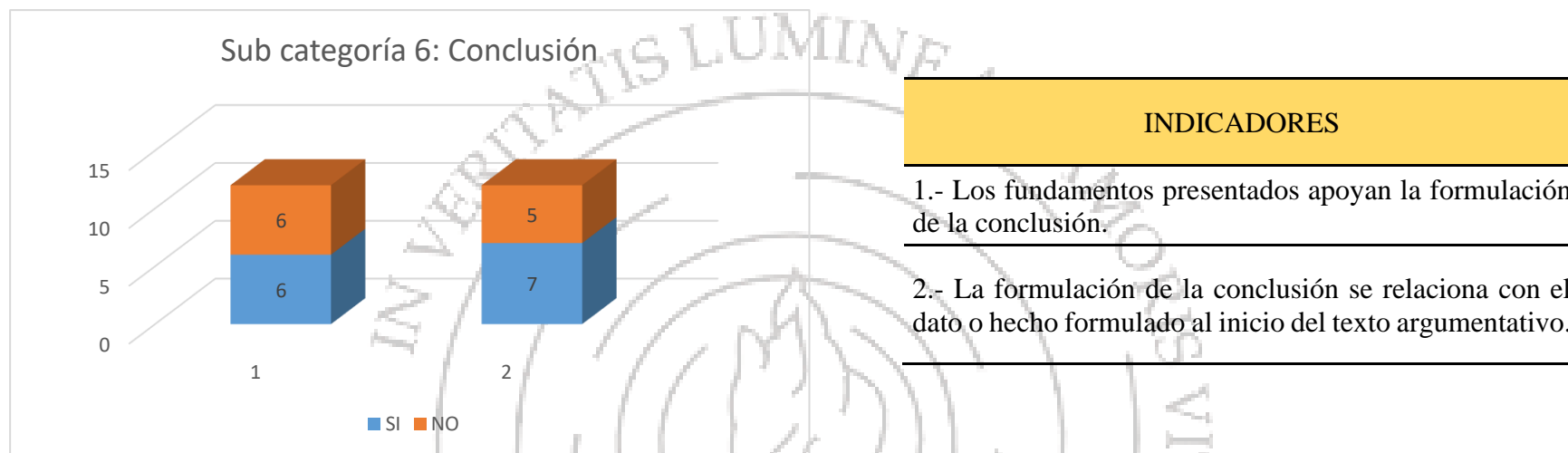
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Refutaciones o excepciones – versión inicial



Nota. El gráfico muestra que en los 12 textos argumentativos no se evidencia el indicador; es decir, ningún texto argumentativo contiene un contraargumento.

Figura 32

Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Conclusión – versión inicial

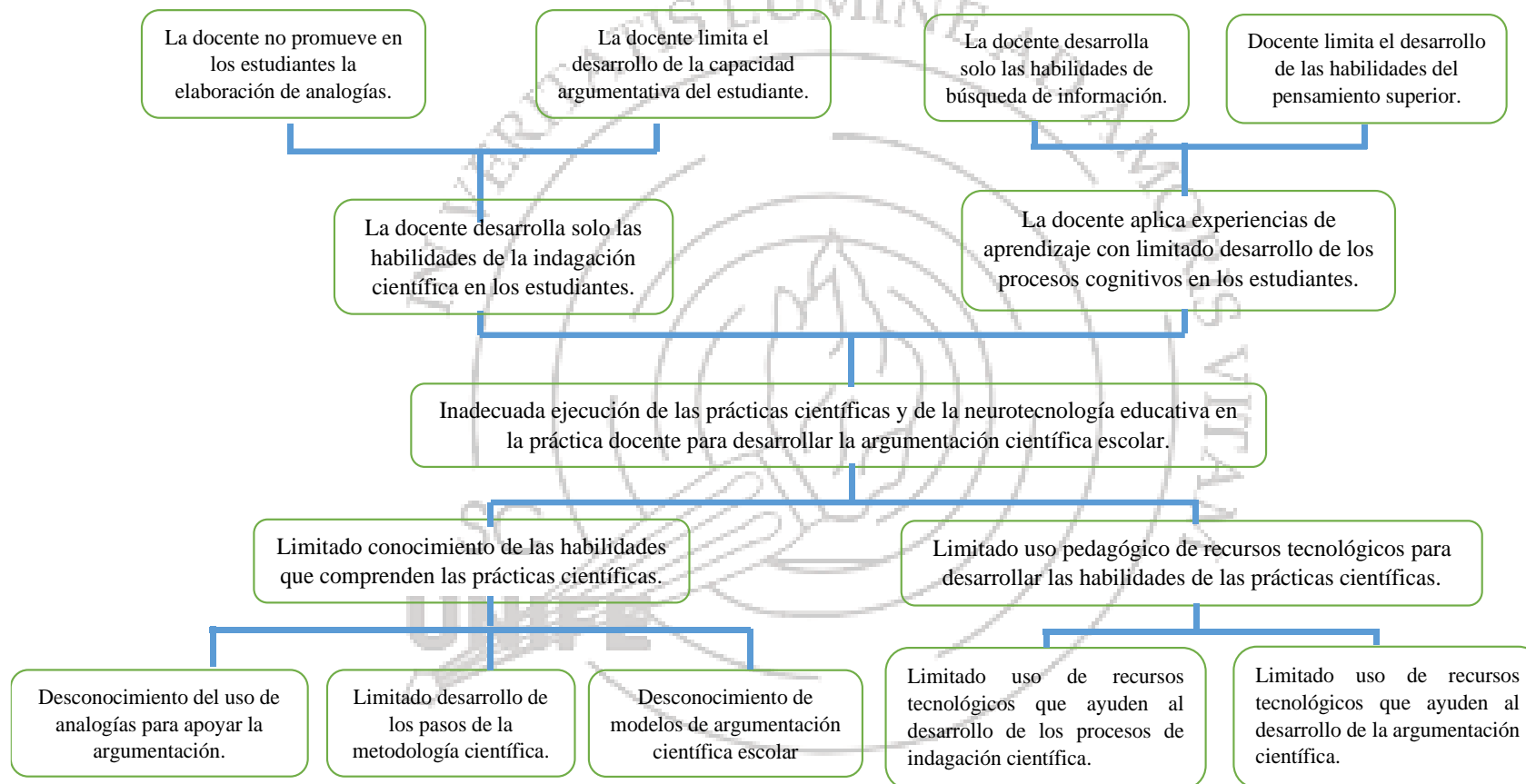


Nota. El gráfico muestra que, de 12 textos argumentativos, en 06 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 06 textos no se evidencia el indicador. Asimismo, en 07 textos se evidencia el indicador 2; mientras que, en 05 textos no se evidencia el indicador.

b.- Árbol de problemas (AP)

Figura 33

Árbol de problemas

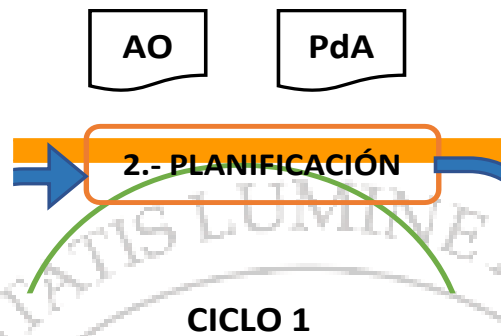


Nota. Elaboración propia

4.1.2 Planificación de actividades

Figura 34

Segunda etapa de la primera iteración: planificación



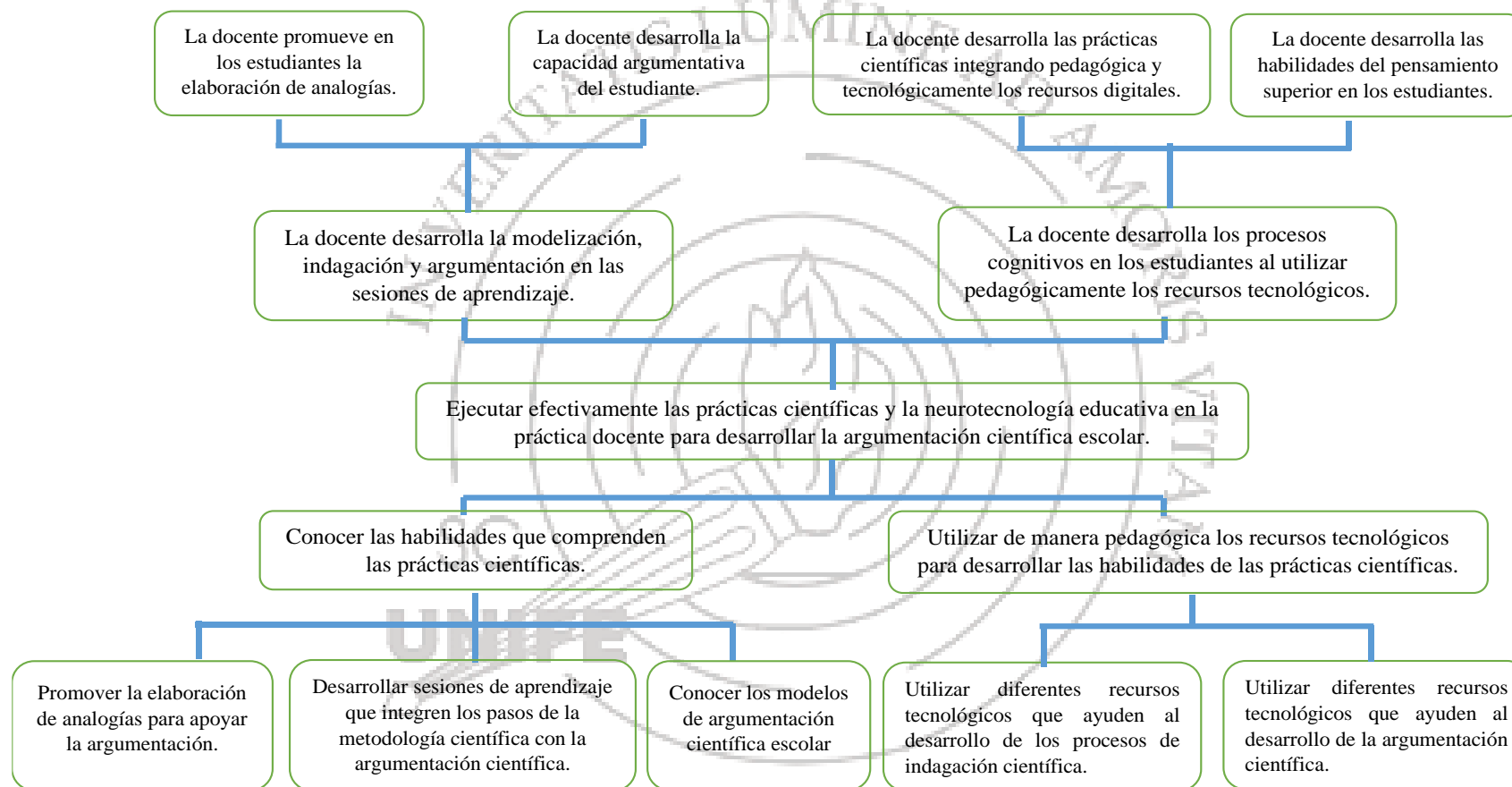
Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la segunda etapa de la primera iteración que corresponde a la planificación. En esta etapa se elaboraron el árbol de objetivos y el plan de acción que se presentan a continuación.

a.- Árbol de objetivos (AO)

Figura 35

Árbol de objetivos



Nota. Elaboración propia

b.- Plan de acción (PdA)

Tabla 18

Plan de acción

Objetivo general: Ejecutar efectivamente las prácticas científicas y la neurotecnología educativa en la práctica docente para desarrollar la argumentación científica escolar.

Hipótesis de trabajo: La ejecución efectiva de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa en la práctica docente desarrollará la argumentación científica escolar.

Objetivo específico 1: Conocer las habilidades que comprenden las prácticas científicas.

Sub-hipótesis de acción 1: El conocimiento de las habilidades que comprenden las prácticas científicas permitirá a la docente innovar sus estrategias didácticas.

ACCIONES	RESPONSABLES	RECURSOS	CRONOGRAMA					
			JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Sobre el desarrollo de la investigación								
Reflexión y deconstrucción de la práctica docente.	Docente investigadora	• Planificación del primer semestre 2021	X	X				
Elaboración del árbol de problemas.		• Artículos sobre diseño de árbol de problemas y árbol de objetivos		X				
Elaboración del árbol de objetivos.		• Textos argumentativos	X	X				
Revisión de versión inicial de los textos argumentativos		• Artículos sobre diseños de planes de acción		X				
Elaboración del plan de acción								
Sobre el desarrollo de las sesiones de aprendizaje								
Revisión del marco teórico sobre las habilidades que involucran las prácticas científicas (modelización, indagación y argumentación).	Docente investigadora	• Sitios web, Internet						
		• Bases de datos	X	X	X	X	X	X
		• Artículos científicos						
Revisión de las competencias del área de Ciencia y tecnología.		• Currículo Nacional de Educación Básica	X	X	X	X	X	

		<ul style="list-style-type: none"> Programa Curricular del Nivel Secundaria 							
Revisión de los recursos educativos propuestos por la estrategia Aprendo en Casa.		<ul style="list-style-type: none"> Plataforma educativa Aprendo en Casa 	X	X	X	X	X		
Búsqueda de recursos educativos adicionales que complementen la estrategia Aprendo en Casa		<ul style="list-style-type: none"> Simuladores, presentador de diapositivas, herramientas on line 		X	X	X	X		
Elaboración de la Programación Anual y de las Sesiones de Aprendizaje considerando las prácticas científicas.	Docente investigadora	<ul style="list-style-type: none"> Programa Curricular del Nivel Secundaria Plataforma educativa Aprendo en Casa 		X	X	X	X		
Elaboración y envío de las fichas de actividad de las Sesiones de aprendizaje.		<ul style="list-style-type: none"> Plataforma educativa Aprendo en Casa y Google Classroom 		X	X	X	X		
Elaboración y ejecución de sesiones de aprendizaje considerando la elaboración de modelos científicos escolares para explicar un fenómeno.		<ul style="list-style-type: none"> Plataforma educativa Aprendo en Casa y Google Classroom 		X	X	X	X	X	
Elaboración y ejecución de sesiones de aprendizaje en las que se integren los pasos de la metodología científica con la argumentación científica.		<ul style="list-style-type: none"> Plataforma educativa Aprendo en Casa y Google Classroom 		X	X	X	X	X	
Elaboración y ejecución de una sesión de aprendizaje para explicar la estructura de un texto argumentativo según el modelo de Toulmin.		<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet Bases de datos Artículos científicos 		X		X			
Analizar los textos argumentativos de los estudiantes según el modelo de Toulmin		<ul style="list-style-type: none"> Guía de análisis de los textos argumentativos 			X	X	X	X	

Nota. Elaboración propia

Objetivo específico 2: Utilizar de manera pedagógica y tecnológica los recursos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.

Sub-hipótesis de acción 2: El uso pedagógico de los recursos tecnológicos mejorará las estrategias de la docente para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.

ACCIONES	RESPONSABLES	RECURSOS	CRONOGRAMA					
			JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Sobre el desarrollo de las sesiones de aprendizaje								
Revisión del marco teórico sobre los procesos cognitivos que se desarrollan con el uso de la tecnología.	Docente investigadora	<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet Bases de datos Artículos científicos 	X	X	X	X	X	X
Búsqueda de recursos educativos adicionales que complementen la estrategia Aprendo en Casa		<ul style="list-style-type: none"> Simuladores, presentador de diapositivas, herramientas on line 		X	X	X	X	
Revisión de sitios web relacionados a simuladores del área de Ciencia y tecnología.		<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet 		X	X	X	X	
Elaboración y ejecución de sesiones de aprendizaje con el uso de simuladores.		<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet Sesiones de aprendizaje 		X	X	X	X	X
Revisión de sitios web relacionados a herramientas digitales <i>on line</i> .		<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet 		X	X	X	X	
Elaboración y ejecución de sesiones de aprendizaje con el uso de recursos digitales <i>on line</i> .		<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet Sesiones de aprendizaje 		X	X	X	X	X
Elaboración y ejecución de sesiones de aprendizaje en las que se promueve el debate virtual a través de un foro virtual.		<ul style="list-style-type: none"> Sitios web, Internet Sesiones de aprendizaje 					X	X
Sobre el desarrollo de la investigación								
Diseño de los instrumentos de recogida de información (reajuste luego de la validación)	Docente investigadora	<ul style="list-style-type: none"> Recursos digitales de sesiones de clase y asesoría de tesis Bases de datos Artículos científicos 		X				
		<ul style="list-style-type: none"> Diario reflexivo Guía de observación docente 				X	X	X

Aplicación de los instrumentos de recogida de información (guía de observación y análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje • Guía de análisis de textos argumentativos • Guía de entrevista a estudiantes. 						
Procesamiento de la información recogida con los instrumentos aplicados (triangulación)	Docente investigadora	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos 	X	X	X	X	X
Análisis e interpretación de la información obtenida.		<ul style="list-style-type: none"> • Redes semánticas del diario reflexivo • Consolidado de guía de observación docente • Redes semánticas de la entrevista • Consolidado de la guía de análisis de la planificación de la sesión • Consolidado de la guía de análisis del texto argumentativo 	X	X	X	X	X
Reflexión sobre la aplicación de las sesiones de aprendizaje innovadoras.		<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de teorización de la práctica pedagógica 	X	X	X	X	X
Elaboración de informe final.		<ul style="list-style-type: none"> • Informe final impreso y digital 	X	X	X	X	X

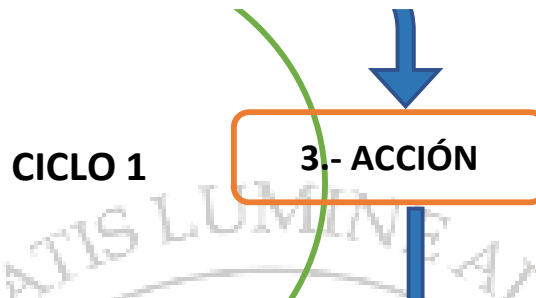
Nota. Elaboración propia

4.1.3 Acción – aplicación de instrumentos

a. Guía de la planificación de la sesión (GAPS)

Figura 36

Tercera etapa de la primera iteración: acción



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la tercera etapa de la primera iteración que corresponde a la acción. A continuación, se presenta el cuadro de procesamiento y organización de la data recogida de la GAPS. En este caso fueron 03 observadores quienes revisaron la planificación de las sesiones de aprendizaje virtual y determinaron la presencia o ausencia de los indicadores por cada categoría. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual servirá para la primera triangulación.

Tabla 19

Procesamiento y organización de la data recogida de la guía de análisis de la planificación de la sesión – 1ª iteración

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍA	INDICADORES (Ítems)	DOCENTE 1 (GAPS – 1 – 1)		DOCENTE 2 (GAPS – 1 – 2)		DOCENTE 3 (GAPS – 1 – 3)	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	1.1 Datos o hechos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	
	1.2 Justificación	5, 6, 7	5, 6, 7		5, 6, 7		5, 6, 7	
	1.3 Fundamento	8, 9, 10	8, 9, 10		8, 9, 10		8, 9, 10	
	1.4 Calificadores modales	11	11		11		11	
	1.5 Refutadores	12	12			12	12	
	1.6 Conclusión	13, 14	13, 14		13, 14		13, 14	
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	1.1 Modelización	15, 16, 17	15, 16, 17		15, 16	17	15, 16, 17	
	1.2 Indagación	18, 19, 20, 21, 22	18, 19, 20, 21, 22		18, 19, 20, 21, 22		18, 19, 20, 21, 22	
	1.3 Argumentación	23, 24, 25	23, 24, 25		23, 24, 25		23, 24, 25	
NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA	1.1 Contextualización	26, 27	26, 27		26, 27		26, 27	
	1.2 Objetivos	28, 29, 30	28, 29, 30		28, 29, 30		28, 29, 30	
	1.3 Profesor	31, 32, 33, 34	31, 32, 33, 34		31, 32, 33, 34		31, 32, 33, 34	
	1.4 Alumno	35, 36, 37, 38	35, 36, 37, 38		35, 36, 37, 38		35, 36, 37, 38	
	1.5 Instrumentos	39, 40	39, 40		39, 40		39, 40	
	1.6 Procesos y actividades	41, 42, 43,	41, 42, 43,		41, 42, 43,		41, 42, 43,	
	1.7 Evaluación	44, 45, 46	, 46	44, 45	44, 45, 46		44, 45, 46	

Nota: Elaboración propia

a.1 Resultados de la guía de análisis de la planificación de la sesión de aprendizaje – 1ª iteración

1.- Categoría: argumentación científica

1.1 Subcategoría: datos o hechos

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que realizará acciones que orienten a los estudiantes a redactar de manera apropiada el hecho (tesis) y a realizar una búsqueda de información en fuentes confiables.

1.2 Subcategoría: justificación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que desarrollará estrategias para que los estudiantes utilicen la terminología científica y apliquen leyes y teorías científicas.

1.3 Subcategoría: fundamento

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que promoverá el uso de ejemplos, comparaciones y evidencias para fundamentar los argumentos.

1.4 Subcategoría: calificadores modales

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que explicará el uso de adverbios para presentar la tesis y argumentos.

1.5 Subcategoría: refutadores

La docente no evidencia en el diseño de la sesión de clase la forma cómo orientará a los estudiantes para que formulen contraargumentos.

1.6 Subcategoría: conclusión

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que orientará a los estudiantes para la formulación de conclusiones relacionadas al tema desarrollado.

En relación con la categoría de argumentación científica, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica acciones para que los estudiantes formulen de manera apropiada el hecho o tesis a argumentar a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables; para que utilicen terminología, leyes y/o teorías científicas, ejemplos, evidencias en sus textos argumentativos, para explicar el uso de los adverbios para enfatizar la tesis y para formular las conclusiones relacionadas al tema desarrollado. Sin embargo, no se evidencia la planificación de acciones puntuales para que los estudiantes puedan formular un contraargumento.

2.- Categoría: prácticas científicas

2.1 Subcategoría: modelización

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que utilizará estrategias para que los estudiantes puedan elaborar sus modelos científicos, Sin embargo, no se evidencia acciones para la socialización.

2.2 Subcategoría: indagación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que promoverá el desarrollo de las habilidades para la indagación científica (formulación del problema e hipótesis, diseño de estrategias de indagación, recogida y análisis de datos y formulación de conclusiones de su indagación).

2.3 Subcategoría: argumentación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos para que los estudiantes intercambien ideas y elaboren argumentos a partir del resultado de sus indagaciones.

En relación con la categoría de prácticas científicas, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica estrategias para que los estudiantes elaboren sus modelos científicos, para que desarrollen las habilidades de la indagación científica y la elaboración de argumentos a partir de los resultados de sus indagaciones. Sin embargo, no se evidencia la planificación de momentos de socialización de los productos de estudiantes.

3.- Categoría: neurotecnología educativa

3.1 Subcategoría: contextualización

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que presentará una situación significativa contextualizada, el propósito de la sesión y utilizará un sistema de comunicación virtual.

3.2 Subcategoría: objetivos

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que comunicará de manera clara y precisa el propósito de la sesión lo cual mantendrá la actividad mental del estudiante y lo orientará hacia el desarrollo de las actividades de indagación.

3.3 Subcategoría: profesor

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos durante la sesión para que los estudiantes expresen sus saberes previos, para que apliquen una estrategia para redactar un texto argumentativo, para que realicen sus indagaciones y para mostrar la distribución de los materiales en un entorno virtual.

3.4 Subcategoría: alumno

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que verificará que los estudiantes utilicen la estrategia establecida para redactar un texto argumentativo, que se organicen para desarrollar indagaciones científicas y que busquen información utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos,

3.5 Subcategoría: instrumentos

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos para explicar el uso de recursos tecnológicos que permitan alcanzar al estudiante el propósito de la sesión.

3.6 Subcategoría: procesos y actividades

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará actividades para que los estudiantes utilicen los recursos tecnológicos en la búsqueda de información para elaborar su modelo científico y para obtener argumentos para su texto argumentativo.

3.7 Subcategoría: evaluación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos para que los estudiantes realicen procesos de metacognición respecto a los procesos de indagación; sin embargo, no se evidencia esta planificación para reflexionar sobre la elaboración de su modelo científico ni de la redacción de su texto argumentativo.

En relación con la categoría de neurotecnología educativa la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que presentará una situación significativa contextualizada, comunicará el propósito de la sesión, orientará los procesos de indagación científica, escuchará los saberes previos, promoverá la aplicación de una estrategia para redactar un texto argumentativo, orientará el uso de los recursos tecnológicos en la indagación y argumentación y mostrará la distribución de información en un entorno virtual. Sin embargo, no se evidencia la planificación de momentos de evaluación de los procesos de diseño de los modelos y argumentación científica.

b. Guía de observación docente (GOD) – 1ª iteración

A continuación, se presenta el cuadro de procesamiento y organización de la data recogida de la GOD. En este caso fueron 03 observadores quienes observaron la sesión de aprendizaje virtual desarrollada por la docente investigadora y determinaron la presencia o ausencia de los indicadores por cada categoría. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual servirá para la primera triangulación. Los dígitos que aparecen en la tabla hacen referencia a los ítems del instrumento detallado en la matriz presentada en el capítulo 3.

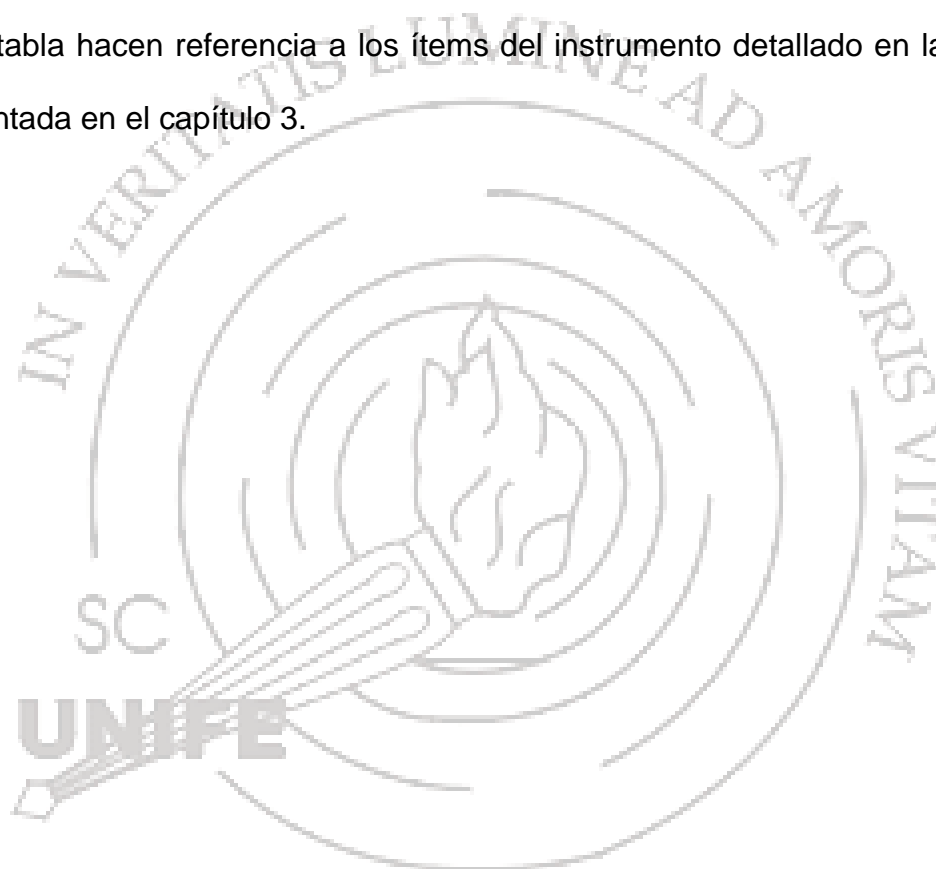


Tabla 20

Procesamiento y organización de la data recogida de la guía de observación docente – 1ª iteración

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INDICADORES (Ítems)	DOCENTE 1 (GOD – 1 – 1)			DOCENTE 2 (GOD – 1 – 2)			DOCENTE 3 (GOD – 1 – 3)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	1.1 Datos o hechos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4		
	1.2 Justificación	5, 6, 7	5, 6, 7			5, 6, 7			5, 6, 7		
	1.3 Fundamento	8, 9, 10		8, 9, 10		8, 9, 10			8, 9, 10		
	1.4 Calificadores modales	11		11		11			11		
	1.5 Refutadores	12		12		12			12		
	1.6 Conclusión	13, 14	13, 14			13, 14			13, 14		
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	1.1 Modelización	15, 16, 17	16, 17	15		15, 16, 17			15, 16, 17		
	1.2 Indagación	18, 19, 20, 21, 22	18, 19, 20, 21, 22			18, 19, 20, 21, 22			18, 19, 20, 21, 22		
	1.3 Argumentación	23, 24, 25	23, 24, 25			23, 24, 25			23, 24, 25		
NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA	1.1 Contextualización	26, 27	26, 27			26, 27			26, 27		
	1.2 Objetivos	28, 29, 30	28, 29, 30			28, 29, 30			28, 29, 30		
	1.3 Profesor	31, 32, 33, 34	31, 32, 33, 34			31, 32, 33, 34			31, 32, 33, 34		
	1.4 Alumno	35, 36, 37, 38	35, 36	37, 38		35, 36, 37, 38			35, 36, 37, 38		
	1.5 Instrumentos	39, 40	39, 40			39, 40			39, 40		
	1.6 Procesos y actividades	41, 42, 43,	42, 43	41		41, 42, 43,			41, 42, 43,		
	1.7 Evaluación	44, 45, 46	44, 45, 46			44, 45, 46			44, 45, 46		

Nota. La tabla muestra la distribución de los ítems según las apreciaciones de los observadores en: Observable (1), Medianamente observable (2), No observable (3).

b.1 Resultados de la guía de observación docente (GOD) – 1ª iteración

1.- Categoría: Argumentación Científica

1.1 Subcategoría: Datos o hechos

Durante la sesión de clase la docente orienta a los estudiantes respecto a la formulación adecuada de los datos o hechos a fundamentar (tesis) y de las fuentes confiables de búsqueda.

1.2 Subcategoría: Justificación

Durante la sesión de clase la docente orienta a los estudiantes sobre el uso de terminología y leyes científicas.

1.3 Subcategoría: Fundamento

Durante la sesión, se hace necesario indicar a los estudiantes sobre el uso de ejemplos, comparaciones y evidencias en su texto argumentativo.

1.4 Subcategoría: Calificadores modales

Durante la sesión se hace necesario incidir en el uso de adverbios para dar énfasis a su tesis.

1.5 Subcategoría: Refutadores

Durante la sesión se hace necesario fortalecer el uso de contraargumentos en el texto argumentativo.

1.6 Subcategoría: Conclusión

Durante la sesión la docente orienta al estudiante sobre la elaboración de las conclusiones que se relacionen con la tesis planteada y en base a los fundamentos utilizados.

En relación con la categoría argumentación científica, se ha logrado observar que la docente orienta al estudiante respecto a la correcta formulación de los datos o hechos a argumentar (tesis), la justificación basada en terminología y conceptos científicos, así como la elaboración de las conclusiones. Sin embargo, se ha logrado observar medianamente que la docente brinda orientaciones a los estudiantes respecto a la elaboración de los fundamentos, uso de calificadores modales (adverbios) y redacción de refutadores.

2.- Categoría: Prácticas Científicas

2.1 Subcategoría: Modelización

Durante la sesión la docente orienta a los estudiantes sobre el uso de conceptos científicos en la construcción de sus modelos científicos, así como la forma de socializarlos. Sin embargo, aún se hace necesario reforzar algunas estrategias para su elaboración.

2.2 Subcategoría: Indagación

Durante la sesión la docente promueve que los estudiantes desarrollen las capacidades de la competencia de indagación (formular problemas e

hipótesis, diseñar la experiencia, registrar y analizar datos y elaborar conclusiones).

2.3 Subcategoría: Argumentación

Durante la sesión la docente logra generar un ambiente favorable para el intercambio de ideas, para la búsqueda de argumentos luego de la indagación y utilicen sus modelos científicos como parte de su argumentación.

En relación con la categoría prácticas científicas, se ha logrado observar que la docente promueve la indagación, a partir de la secuencia de la metodología científica, y la argumentación ya que fomenta un ambiente de diálogo y búsqueda de información. Sin embargo, se ha observado medianamente que la docente utiliza estrategias para que los estudiantes puedan elaborar sus propios modelos científicos.

3.- Categoría: Neurotecnología Educativa

3.1 Subcategoría: Contextualización

Durante la sesión la docente presenta una situación significativa y utiliza el sistema de videoconferencia.

3.2 Subcategoría: Objetivos

Durante la sesión la docente logra presentar claramente el propósito a la vez que este activa la memoria de trabajo y la flexibilidad mental de los estudiantes.

3.3 Subcategoría: Profesor

Durante la sesión, la docente recoge los saberes previos de los estudiantes, comparte información en un entorno virtual, utiliza una estrategia para que los estudiantes redacten su texto argumentativo y promueve la realización de nuevas indagaciones.

3.4 Subcategoría: Alumno

Durante la sesión se logra percibir que los estudiantes comprenden el propósito y el producto que se solicita de la sesión; sin embargo, se hace necesario reforzar las estrategias de redactar textos argumentativos y la planificación de actividades de indagación.

3.5 Subcategoría: Instrumentos

Durante la sesión se logra percibir que los recursos tecnológicos utilizados por la docente en clase, ayuda a los estudiantes a lograr el propósito establecido.

3.6 Subcategoría: Procesos y Actividades

Durante la sesión la docente promueve el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad a través de la reflexión sobre el proceso de la indagación y la estrategia para elaborar los textos argumentativos. Sin embargo, se hace necesario permitir que los estudiantes utilicen herramientas tecnológicas para elaborar modelos científicos.

3.7 Subcategoría: Evaluación

Durante la sesión la docente promueve que los estudiantes reflexionen sobre la forma de redactar los textos argumentativos, la construcción de sus modelos científicos y los procesos de indagación.

En relación con la categoría neurotecnología educativa, se ha logrado observar que la docente contextualiza las sesiones de aprendizaje, presenta los propósitos de la sesión y mantiene a los estudiantes mentalmente activos, parte de los saberes previos, presenta la información y actividades en una plataforma virtual, realiza. Sin embargo, se ha logrado observar medianamente que la docente orienta a los estudiantes en el diseño de sus propias estrategias de indagación y hacia la metacognición sobre los procesos cognitivos logrados.

c.- Guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 1ª redacción

A continuación, se presentan las redes semánticas de 10 diarios reflexivos generadas con el aplicativo Atlas.ti 9 para cada categoría. En ellas se pueden apreciar las relaciones que la docente investigadora ha considerado establecer luego del análisis de los diarios reflexivos. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual sirvió para la primera triangulación.

c.1 Resultados de la guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 1º redacción

1.- Categoría: argumentación científica

1.1 Subcategoría: datos o hechos

La docente indica la forma cómo identificar un argumento para defender la tesis; además indica que los estudiantes deben tomar apuntes a partir de una indagación en fuentes confiables.

En un momento de la lectura se indicó la manera de identificar un argumento para defender su tesis (DR2-5)

...se enfatizó la búsqueda de información en fuentes confiables, a partir de revistas indexadas o en Google académico...(DR5-3)

Luego se trabajó el texto de lectura que la estrategia aprendo en casa propone, y en este caso los estudiantes debían realizar anotaciones de las ideas importantes. (DR4-3)

1.2 Subcategoría: justificación

La docente dialoga con los estudiantes y les indica que los argumentos pueden ser las conclusiones de sus indagaciones y las leyes o teorías científicas.

Luego les expliqué que existe una ley de Hooke que determina la resistencia de los resortes. Y solicité a los estudiantes que sigan leyendo los párrafos. Y esta fue una manera de indicarles que las leyes también se pueden usar como argumentos en el texto argumentativo. (DR2-5)

En ese momento se estableció un dialogo muy interesante con los estudiantes en el que se aclararon algunos conceptos que surgieron de sus propias preguntas (DR4-3)

les enfatice cómo las conclusiones de una indagación, como la que van a presentar en la siguiente sesión, pueden ser utilizadas como argumentos de la tesis (DR5.3)

1.3 Subcategoría: fundamento

La docente dialoga con los estudiantes y les indica que los argumentos pueden ser evidencias, testimonios y experiencias de laboratorio, leyes, decretos y hallazgos en artículos.

les indiqué que dentro de los argumentos pueden encontrarse evidencias, testimonios, experiencias de laboratorio, (DR5-3)

nos basamos en leyes y decretos; en psicología, nos basamos en hallazgos, experiencias, artículos (DR5-3)

Identificar información para fundamentar una tesis. Muchas personas reemplazan el uso de madera por plástico sin embargo es contaminante. (DR2-5)

1.4 Subcategoría: calificadores modales

La docente presenta un cuadro de palabras conectoras y adverbios para utilizarlos en el texto argumentativo con la finalidad de dar agilidad a la lectura.

se indicó que la agilidad de la lectura lo dan los conectores lógicos y por eso se presentaron dos tablas de conectores lógicos y adverbios. (DR5-3)

1.5 Subcategoría: refutadores

La docente indica la importancia de considerar ideas a favor y en contra de nuestra postura u opinión en el texto argumentativo, ya que el lector puede generar nuevas indagaciones a partir de este contraste de ideas.

En un momento de la lectura se indicó la manera de identificar un argumento para defender su tesis o presentar un contraargumento (DR2-5)

serán importantes los contraargumentos o ideas que no van en la línea de pensamiento. Esto es aprovechado por el lector, ya que presta atención a los contraargumentos porque le genera una nueva indagación (DR5-3)

los autores que hablan sobre mi tema y también los autores que no van en la línea de mi opinión. Lo importante es determinar lo que está a favor o en contra respecto de nuestra línea de pensamiento y cómo eso

enriquece nuestro texto porque genera una nueva línea de investigación.
(DR5-3)

1.6 Subcategoría: conclusión

La docente indica que la conclusión retoma el tema tratado en el texto argumentativo y se puede motivar el lector a una reflexión para generar un cambio de actitud.

Se enfatizó que cada argumento se redacta en cada párrafo, la conclusión retoma la tesis inicial y se puede terminar con una exhortación o invitación al cambio de actitud. (DR5-3)

En relación con la categoría de argumentación científica, se evidencia que la docente enfatiza la selección de argumentos en fuentes confiables. Estos argumentos pueden ser evidencias, testimonios, leyes o teorías, decretos, conclusiones de experiencias de laboratorio, entre otros. Además, esta acción se complementa cuando indica que cada argumento debe desarrollarse en un párrafo apoyado del uso de conectores. Además, explica que en el último párrafo se redacta la conclusión, se retoma la tesis y se exhorta al lector a asumir un cambio de actitud o una postura. Asimismo, considera la importancia de presentar un contraargumento para que el lector pueda generar nuevas indagaciones.

2.- Categoría: prácticas científicas

2.1 Subcategoría: modelización

La docente motiva y orienta a los estudiantes a elaborar sus modelos científicos, reflexionando con ellos sobre los materiales que van a utilizar, a cambiar las propuestas indicadas en la ficha de actividad y contrastando con la teoría respectiva.

Y les invité a variar la propuesta de averiguar la resistencia de las botellas por la resistencia de las bolsas plásticas (DR2-5).

También podían revisar los materiales a usar para la actividad de indagación e ir consiguiendo algunos de ellos o traer ideas de cómo elaborar el material (DR1-5).

En este caso se indicó cómo elaborar el modelo científico que les permitirá explicar la resistencia o cuanto se estira un plástico (DR2-5).

2.2 Subcategoría: indagación

La docente promueve la generación de preguntas, hipótesis e identificación de variables a partir de preguntas y repreguntas o de imágenes. Además, promueve el análisis de los resultados de las indagaciones y el contraste con la teoría.

A partir de preguntas y repreguntas se fueron determinando las variables y se explicó con ejemplos las variables intervinientes (DR4-3).

Noté en toda la intervención del estudiante un gusto y emoción por presentar sus resultados (DR3-5).

Otro grupo indicó que dependía del tipo de plástico y cuánto tiempo interactúa con la gravedad de la masa si se dejaba poco tiempo no se veía estiramiento (DR-3-5).

2.3 Subcategoría: argumentación

La docente genera un espacio favorable para el intercambio de ideas, llama por su nombre a los estudiantes. Además, promueve que los estudiantes

argumenten los resultados de sus indagaciones a partir de la revisión de las lecturas propuestas. También les indica que esos resultados pueden ser utilizados como argumentos del texto argumentativo.

Durante sus intervenciones y en todo momento me dirigí a los estudiantes por sus nombres de manera amable y ratifiqué sus respuestas (DR5-3).

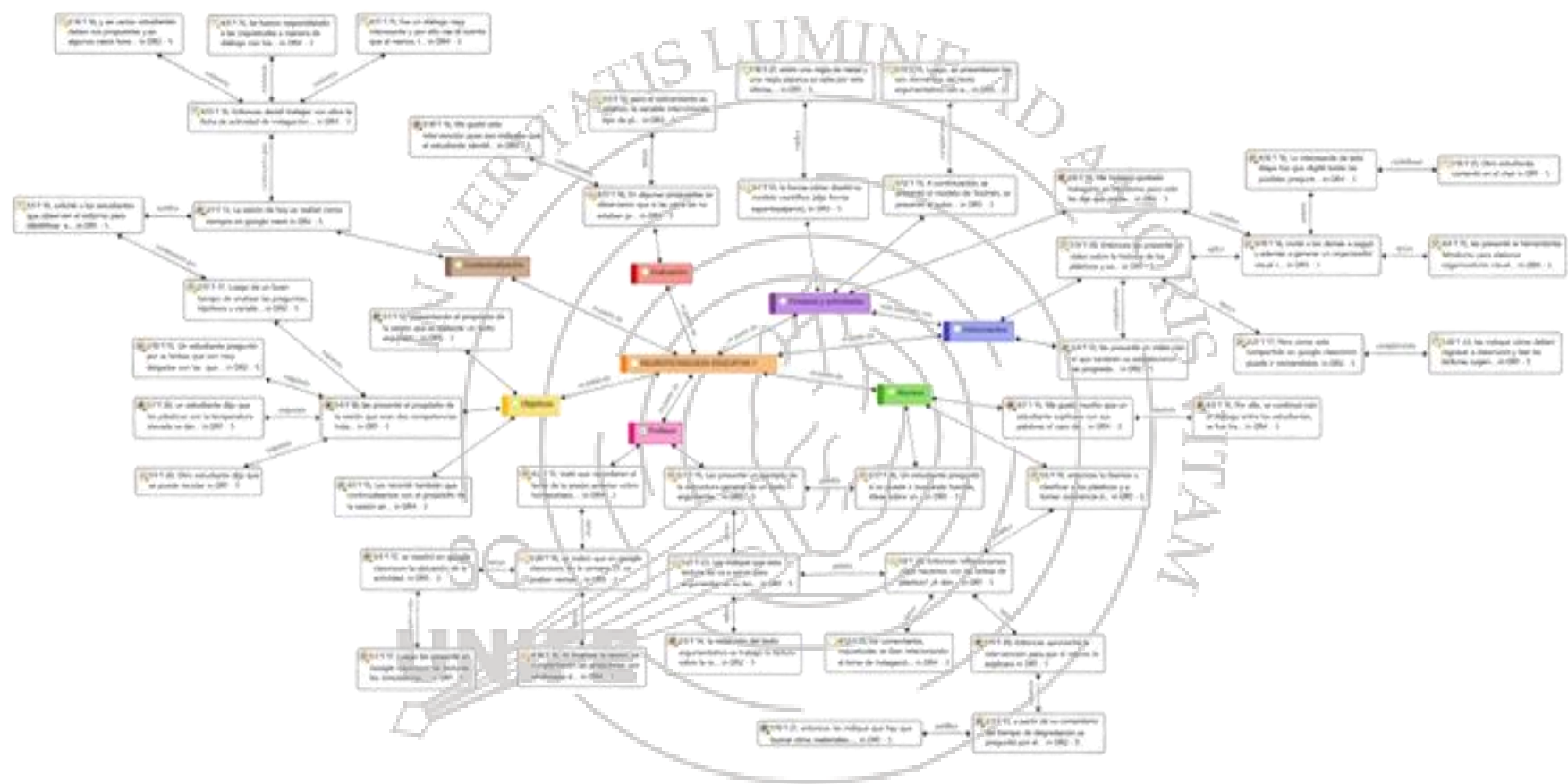
se indicó que los resultados de la experiencia de indagación pueden servir de argumento para defender la tesis propuesta. (DR4-3).

Le indiqué que revisen las lecturas que eso sí les va a ayudar a encontrar los argumentos (DR2-5).

En relación con la categoría prácticas científicas, se evidencia que la docente indica la forma de elaborar los modelos científicos y promueve el análisis de su funcionamiento en base a leyes científicas. Además, permite la selección de materiales y propuestas para su diseño y construcción. La docente promueve el planteamiento de preguntas e hipótesis de indagación a partir de imágenes, la identificación de variables, el registro adecuado de los datos y la explicación de resultados contrastando con la teoría. La docente explica que a partir de las indagaciones se puede generar un texto argumentativo, para lo cual se apoya de ejemplos propuestos. Las indicaciones de que la búsqueda de argumentos a partir de la lectura en diversas fuentes y a partir de los resultados de sus indagaciones contribuyen con las acciones anteriores. La generación de un ambiente favorable para la discusión generado por la docente contribuye a todo el proceso.

Figura 39

Red semántica de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Neurotecnología educativa – 1ª redacción



Nota. En la red semántica se observan las relaciones establecidas entre las subcategorías de la categoría neurotecnología educativa predominando las relaciones de justificación, respuesta y contribución.

3.- Categoría: neurotecnología educativa

3.1 Subcategoría: contextualización

La docente inicia la sesión presentando la situación significativa. Luego, a partir del diálogo los estudiantes presentan sus propuestas de indagación e inquietudes; esto demuestra el interés de los estudiantes por la actividad.

Entonces decidí trabajar con ellos la ficha de actividad de indagación, desde el planteamiento del problema, para ello un estudiante leyó la situación significativa, el reto y los propósitos de la actividad. (DR4-3)

y así varios estudiantes daban sus propuestas y en algunos casos tuve que decir que va a depender de la investigación; en algunos casos será VI y en otros será interviniente. Y el diálogo y explicación continúa. (DR2-5)

Luego de un buen tiempo de analizar las preguntas, hipótesis y variables, les presenté el propósito de la ficha de actividad y la situación significativa. (DR2-5)

3.2 Subcategoría: objetivos

La docente presenta el propósito y el reto de la sesión; los estudiantes responden activamente a las preguntas de la docente demostrando la activación de sus procesos mentales para la planificación y organización de actividades para resolver el reto.

les presenté el propósito de la sesión que eran dos competencias: Indagar sobre la resistencia de los plásticos, explicar el impacto de la contaminación por los plásticos y fundamentar acciones para mitigar la contaminación ambiental. (DR1-5)

Un estudiante preguntó por las bolsas que son muy delgadas son las que son más resistentes y le respondí que justo de eso trataba la actividad de indagación (DR2-5)

un estudiante dijo que los plásticos con la temperatura elevada se derriten.... Otro estudiante dijo que se puede reciclar (DR1-5)

3.3 Subcategoría: profesor

La docente presenta un entorno virtual en donde se van a compartir las lecturas, los videos, los simuladores, las fichas de actividad y ejemplos; tanto para la indagación como para la redacción de texto argumentativo.

se indicó que en *Google Classroom*, en la semana 27, se podían revisar nuevamente los materiales trabajados en la sesión. (DR5-3)

Luego les presenté en *Google Classroom* las lecturas, los simuladores, los videos, y la ficha de actividad para enviar con la elaboración del texto argumentativo (DR1-5)

Al finalizar la sesión, se compartieron las propuestas por *WhatsApp* del grupo de clase (DR4-3)

3.4 Subcategoría: alumno

La docente refuerza el tema a partir de las intervenciones de los estudiantes. A través de las intervenciones, la docente observa el interés de estos por la indagación.

Un estudiante preguntó si se puede ir buscando fuentes, ideas sobre un texto argumentativo y armando un boceto. (DR5-3)

Por ello, se continuó con el diálogo entre los estudiantes, se fue trabajando el concepto de calor, la transmisión del calor entre los cuerpos y en este caso se recibieron varios ejemplos de los estudiantes y también algunas preguntas como casos de hipotermia extrema lo cual me indicaba que estaban muy motivados con el tema (DR4-3)

a partir de su comentario del tiempo de degradación se preguntó por el tiempo de degradación de algunos materiales como una bolsa de plástico. (DR2-5)

3.5 Subcategoría: instrumentos

La docente propone el uso de los recursos tecnológicos como videos, chat del *Google Meet*, *Mindomo* para los organizadores visuales y *Google Classroom* para las fichas de actividad.

les indiqué cómo deben ingresar a *Classroom* y leer las lecturas sugeridas sobre la resistencia mecánica del plástico (DR1-5)

invité a los demás a seguir y además a generar un organizador visual con las ideas principales con la herramienta *Mindomo* (DR5-3)

Lo interesante de esta etapa fue que digité todas las posibles preguntas propuestas por cada estudiante y entre todos se fueron analizando hasta quedarnos con la pregunta mejor planteada, en la que se indicaban sus variables (DR4-3)

3.6 Subcategoría: procesos y actividades

La docente promueve el diseño de modelos científicos utilizando materiales al alcance de los estudiantes y la redacción de un texto argumentativo a partir de una estrategia y ejemplos propuestos.

Noté en toda la intervención del estudiante un gusto y emoción por presentar sus resultados, la forma cómo diseñó su modelo científico (dijo forma espantapájaros), fueron cerca de 6 minutos de explicación puntual y precisa. (DR3-5)

entre una regla de metal y una regla plástica se opta por esta última, entre botellas de vidrio y de plástico se opta por el que menos riesgo trae, (DR1-5)

Luego, se presentaron los seis elementos del texto argumentativo con ayuda de ejemplos: datos, justificación, fundamentos, calificadores modales (adverbios), refutadores (contraargumentos) y conclusión (DR5-3)

3.7 Subcategoría: evaluación

La docente promueve que los estudiantes se den cuenta de la estrategia que utilizan para redactar su texto argumentativo y de la manera cómo elaboraron su modelo científico.

En algunas propuestas se observaron que, si las variables no estaban precisas, se tendrían demasiados datos y la investigación sería muy amplia (DR4-3)

pero el estiramiento es relativo, la variable interviniente tipo de plástico es muy importante y determinante en la experiencia; (DR3-5)

Un estudiante preguntó si se puede ir buscando fuentes, ideas sobre un texto argumentativo y armando un boceto. Me gustó esta intervención pues eso indicaba que el estudiante identificó el camino a seguir en la elaboración de este tipo de textos. Por eso, acepté la propuesta e invité a los demás a seguir y además a generar un organizador visual con las ideas principales con la herramienta *Mindomo*. (DR5-3)

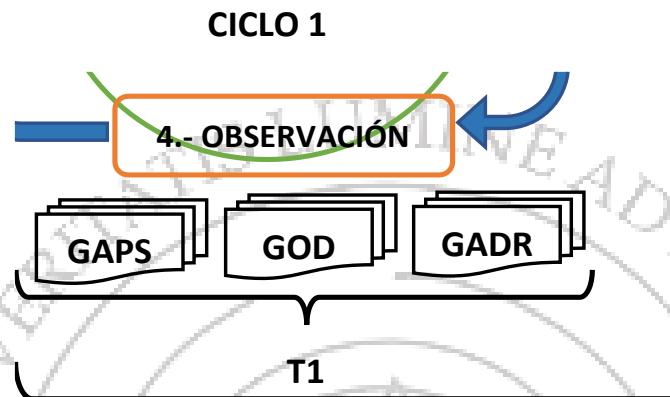
En relación con la categoría neurotecnología educativa se evidencia que la docente inicia la sesión presentando la situación significativa, el propósito y el producto de la sesión. Las inquietudes y dudas se responden en un ambiente dialogante. Luego presenta, en un entorno virtual, los recursos para trabajar en la sesión: videos, simuladores, lecturas y fichas de actividad. La docente presenta un ejemplo de texto argumentativo para señalar su estructura y luego explica una estrategia para redactarlo. Luego revisa la redacción de una tesis y explica los términos científicos a partir de los textos argumentativos propuestos. La docente motiva a los estudiantes a diseñar su modelo científico para realizar una indagación en relación con el propósito de la sesión. La docente presenta un video y propone actividades para ser trabajadas con una herramienta digital; sin embargo, no todos logran realizarlo. La docente genera espacios para que los estudiantes presenten sus modelos científicos y reflexionen sobre el proceso que realizan para redactar sus textos argumentativos.

4.1.4 Observación

a.- Primera triangulación (T1)

Figura 40

Cuarta etapa de la primera iteración: observación



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la cuarta etapa de la primera iteración que corresponde a la observación. A continuación, se presenta la matriz de la primera triangulación en la cual se relacionan los resultados de cada categoría en los tres instrumentos: Guía de Observación Docente, Guía de Análisis de la Planificación de la Sesión y la Guía de Análisis del Diario Reflexivo.

Tabla 21

Matriz de la primera triangulación

CAUSAS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CATEGORÍAS	RESULTADOS GUÍA ANÁLISIS PLANIFICACIÓN SESIÓN	RESULTADOS GUÍA DE OBSERVACIÓN DOCENTE	RESULTADOS GUÍA DE DIARIOS REFLEXIVOS	PRIMERA TRIANGULACIÓN
Limitado conocimiento de las habilidades que comprenden en las prácticas científicas.	Conocer las habilidades que comprenden las prácticas científicas.	ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	En relación con la categoría de argumentación científica, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica acciones para que los estudiantes formulen de manera apropiada el hecho o tesis a argumentar a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables; para que utilicen terminología, leyes y/o teorías científicas, ejemplos, evidencias en sus textos argumentativos, para explicar el uso de los adverbios para enfatizar la tesis y para formular las conclusiones relacionadas al tema desarrollado. Sin embargo, no se evidencia la planificación de acciones puntuales para que los estudiantes	En relación con la categoría argumentación científica, se ha logrado observar que la docente orienta al estudiante respecto a la correcta formulación de los datos o hechos a argumentar (tesis), la justificación basada en terminología y conceptos científicos, así como la elaboración de las conclusiones. Sin embargo, se ha logrado observar medianamente que la docente brinda orientaciones a los estudiantes respecto a la elaboración de los fundamentos, uso de calificadores modales (adverbios) y redacción de refutadores.	En relación con la categoría de argumentación científica, se evidencia que la docente enfatiza la selección de argumentos en fuentes confiables. Estos argumentos pueden ser evidencias, testimonios, leyes o teorías, decretos, conclusiones de experiencias de laboratorio, entre otros. Además, esta acción se complementa cuando indica que cada argumento debe desarrollarse en un párrafo apoyado del uso de conectores. Además, explica que en el último párrafo se redacta la conclusión, se retoma la tesis y se exhorta al lector a asumir un cambio de actitud o una postura. Asimismo, considera la importancia de presentar	En relación con la categoría de argumentación científica, la docente planifica y ejecuta acciones para que los estudiantes puedan redactar un texto argumentativo considerando elementos como la tesis y argumentos a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables, utilizando terminología científica, leyes y/o teorías científicas, ejemplos, evidencias y formulando conclusiones relacionadas al tema desarrollado para exhortar al lector hacia un cambio de actitud o una postura. No obstante, durante la observación de la sesión de clase no se ha logrado observar con claridad que la docente brinda las orientaciones para el uso de calificadores

puedan formular un
contraargumento

un contraargumento para
que el lector pueda
generar nuevas
indagaciones.

modales (adverbios) para
enfatar la tesis, ni realiza
acciones puntuales para
redactar un
contrargumento. Esto se
confirma cuando la
docente, en su reflexión
sobre su sesión de
aprendizaje, indica que
solo llega a mencionar su
importancia, pero no
profundiza en su
redacción.

PRÁCTICAS
CIENTÍFICAS

En relación con la
categoría de prácticas
científicas, la docente
evidencia en los diseños
de la sesión de clase que
planifica estrategias para
que los estudiantes
elaboren sus modelos
científicos, para que
desarrollen las habilidades
de la indagación científica
y la elaboración de
argumentos a partir de los
resultados de sus
indagaciones. Sin
embargo, no se evidencia
la planificación de
momentos de socialización
de los productos de
estudiantes.

En relación con la
categoría de prácticas
científicas, se ha logrado
observar que la docente
promueve la indagación, a
partir de la secuencia de la
metodología científica y la
argumentación ya que
fomenta un ambiente de
diálogo y búsqueda de
información. Sin embargo,
se ha observado
medianamente que la
docente utiliza estrategias
para que los estudiantes
puedan elaborar sus
propios modelos
científicos.

En relación con la
categoría de prácticas
científicas, se evidencia
que la docente indica la
forma de elaborar los
modelos científicos y
promueve el análisis de su
funcionamiento en base a
leyes científicas. Además,
permite la selección de
materiales y propuestas
para su diseño y
construcción. La docente
promueve el
planteamiento de
preguntas e hipótesis de
indagación a partir de
imágenes, la identificación
de variables, el registro
adecuado de los datos y la
explicación de resultados
contrastando con la teoría.

En relación con la
categoría de prácticas
científicas la docente
planifica y ejecuta
estrategias para que los
estudiantes desarrollen las
habilidades de indagación
científica (planteamiento
de preguntas e hipótesis
de indagación, la
identificación de variables,
el registro adecuado de los
datos y la explicación de
resultados contrastando
con la teoría) y la
redacción de textos
argumentativos científicos
a partir de los resultados
de sus indagaciones, todo
desarrollado en el marco
de un ambiente favorable
para el diálogo y la

					<p>La docente explica que a partir de las indagaciones se puede generar un texto argumentativo, para lo cual se apoya de ejemplos propuestos. Las indicaciones de que la búsqueda de argumentos a partir de la lectura en diversas fuentes y a partir de los resultados de sus indagaciones contribuyen con las acciones anteriores. La generación de un ambiente favorable para la discusión generado por la docente contribuye a todo el proceso.</p>	<p>discusión de ideas. No obstante, durante el desarrollo de la sesión de clase no se ha logrado observar con precisión el uso de una estrategia para que los estudiantes elaboren y socialicen sus modelos científicos, ya que solo se realiza una explicación general del mismo. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, solo menciona que se dan las indicaciones para su elaboración.</p>
<p>Limitado uso pedagógico o de recursos tecnológicos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.</p>	<p>Utilizar de manera pedagógica los recursos tecnológicos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.</p>	<p>NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA</p>	<p>En relación con la categoría de neurotecnología educativa la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que presentará una situación significativa contextualizada, comunicará el propósito de la sesión, orientará los procesos de indagación científica, escuchará los saberes previos, promoverá la aplicación de una estrategia para redactar un texto argumentativo, orientará el</p>	<p>En relación con la categoría neurotecnología educativa, se ha logrado observar que la docente contextualiza las sesiones de aprendizaje, presenta los propósitos de la sesión y mantiene a los estudiantes mentalmente activos, parte de los saberes previos, presenta la información y actividades en una plataforma virtual, realiza. Sin embargo, se ha logrado observar medianamente que la</p>	<p>En relación con la categoría neurotecnología educativa se evidencia que la docente inicia la sesión presentando la situación significativa, el propósito y el producto de la sesión. Las inquietudes y dudas se responden en un ambiente dialogante. Luego presenta, en un entorno virtual, los recursos para trabajar en la sesión: videos, simuladores, lecturas y fichas de actividad. La docente presenta un ejemplo de</p>	<p>En relación con la categoría neurotecnología educativa la docente planifica y ejecuta una secuencia metodológica que incluye presentar la situación significativa, el propósito y producto de la sesión, partir de los saberes previos, presentar los recursos en un entorno virtual y promover una estrategia para redactar los textos argumentativos manteniendo a los estudiantes mentalmente activos. No obstante,</p>

uso de los recursos tecnológicos en la indagación y argumentación y mostrará la distribución de información en un entorno virtual. Sin embargo, no se evidencia la planificación de momentos de evaluación de los procesos de diseño de los modelos y argumentación científica.

docente orienta a los estudiantes en el diseño de sus propias estrategias de indagación y hacia la metacognición sobre los procesos cognitivos logrados.

texto argumentativo para señalar su estructura y luego explica una estrategia para redactarlo. Luego revisa la redacción de una tesis y explica los términos científicos a partir de los textos argumentativos propuestos. La docente motiva a los estudiantes a diseñar su modelo científico para realizar una indagación en relación con el propósito de la sesión. La docente presenta un video y propone actividades para ser trabajadas con una herramienta digital; sin embargo, no todos logran realizarlo. La docente genera espacios para que los estudiantes presenten sus modelos científicos y reflexionen sobre el proceso que realizan para redactar sus textos argumentativos.

durante el desarrollo de la sesión de clase no se ha observado con claridad las orientaciones brindadas por la docente respecto al diseño de nuevas indagaciones, ni la generación de espacios de evaluación de los procesos de diseño de los modelos y argumentación científicos. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que solo se generan estos espacios para socializar los modelos científicos mas no para una evaluación en base a criterios establecidos, a diferencia del caso de los textos argumentativos en los que sí se da la reflexión sobre su proceso de redacción.

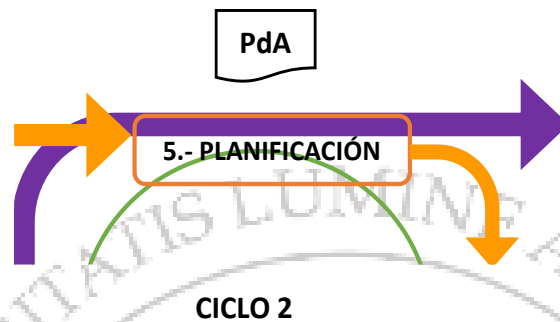
Nota: La tabla muestra la contrastación entre los tres instrumentos por cada categoría y que da como resultado la precisión de aspectos comunes y diferentes que permitió la toma de decisiones. Además, nótese que las dos primeras categorías responden al primer objetivo específico del plan de acción y apunta a la solución de la primera causa del problema. De la misma manera, la tercera categoría responde al segundo objetivo específico del plan de acción y apunta a la solución de la segunda causa del problema.

4.2 Segunda iteración

4.2.1 Planificación

Figura 41

Primera etapa de la segunda iteración: planificación



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de presentación de resultados.

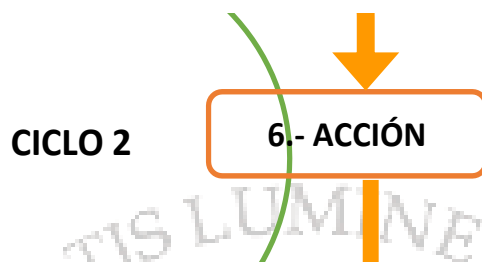
En esta imagen se muestra la primera etapa de la segunda iteración que corresponde a la planificación. En esta etapa la docente investigadora realizó una reflexión sobre los resultados obtenidos en la primera triangulación y planteó algunas mejoras en el plan de acción, por ejemplo, se planificó sesiones de aprendizaje utilizando simuladores para explicar el funcionamiento de las máquinas simples y la resistencia del plástico. También se organizó debates *on line* en la que discutieron sobre la gestión de los residuos sólidos. Asimismo, se planteó la retroalimentación en clase de los textos argumentativos, la realización de experiencias que impliquen la elaboración de modelos científicos sencillos para explicar el reconocimiento de almidón en alimentos, y el uso de recursos tecnológicos que generen la participación como *Mentimeter* y *Kahoot*.

4.2.2 Acción – aplicación de instrumentos

a.- Guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS)

Figura 42

Segunda etapa de la segunda iteración: acción



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados

En esta imagen se muestra la segunda etapa de la segunda iteración que corresponde a la acción en la cual se aplicó nuevamente los instrumentos de la primera iteración, pero con los reajustes del plan de acción.

A continuación, se presenta el cuadro de procesamiento y organización de la data recogida de la GAPS. En este caso fueron 03 observadores quienes revisaron la planificación de las sesiones de aprendizaje virtual y determinaron la presencia o ausencia de los indicadores por cada categoría. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual servirá para la segunda triangulación.

Tabla 22

Procesamiento y organización de la data recogida de la guía de análisis de la planificación de la sesión – 2ª iteración

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INDICADORES (Ítems)	DOCENTE 1 (GAPS – 2 – 1)		DOCENTE 2 (GAPS – 2 – 2)		DOCENTE 3 (GAPS – 2 – 3)	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	1.1 Datos o hechos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	
	1.2 Justificación	5, 6, 7	5, 6, 7		5, 6, 7		5, 6, 7	
	1.3 Fundamento	8, 9, 10	8, 9, 10		8, 9, 10		8, 9, 10	
	1.4 Calificadores modales	11	11		11		11	
	1.5 Refutadores	12	12		12		12	
	1.6 Conclusión	13, 14	13, 14		13, 14		13, 14	
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	1.1 Modelización	15, 16, 17	15, 16, 17		15, 16, 17		15, 16, 17	
	1.2 Indagación	18, 19, 20, 21, 22	18, 19, 20, 21, 22		18, 19, 20, 21, 22		18, 19, 20, 21, 22	
	1.3 Argumentación	23, 24, 25	23, 24, 25		23, 24, 25		23, 24, 25	
NEUROTECNOLOGÍA CIENTÍFICA	1.1 Contextualización	26, 27	27	26	26, 27		26, 27	
	1.2 Objetivos	28, 29, 30	28, 29, 30		28, 29, 30		28, 29, 30	
	1.3 Profesor	31, 32, 33, 34	31, 32, 33, 34		31, 32, 33, 34		31, 32, 33, 34	
	1.4 Alumno	35, 36, 37, 38	37, 38	35, 36	35, 36, 37, 38		35, 36, 37, 38	
	1.5 Instrumentos	39, 40	39, 40		39, 40		39, 40	
	1.6 Procesos y actividades	41, 42, 43,	41, 42, 43		41, 42, 43,		41, 42, 43,	
	1.7 Evaluación	44, 45, 46	44, 45, 46		44, 45, 46		44, 45, 46	

Nota. Elaboración propia

a.1 Resultados de la guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS)

– 2ª iteración

1.- Categoría: argumentación científica

1.1 Subcategoría: datos o hechos

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que realizará acciones que orientarán a los estudiantes a redactar de manera coherente, lógica, clara y precisa el hecho (tesis), a formularlas a partir de la observación del entorno o de una indagación y a realizar una búsqueda de información en fuentes confiables.

1.2 Subcategoría: justificación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que desarrollará estrategias para que los estudiantes utilicen la terminología científica y apliquen leyes y teorías científicas en la redacción de su texto argumentativo.

1.3 Subcategoría: fundamento

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que orientará el uso de ejemplos, comparaciones y evidencias para fundamentar los argumentos.

1.4 Subcategoría: calificadores modales

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que explicará el uso de adverbios para dar énfasis a la tesis y argumentos.

1.5 Subcategoría: refutadores

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que orientará a los estudiantes para que formulen contraargumentos.

1.6 Subcategoría: conclusión

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que orientará a los estudiantes para la formulación de conclusiones a partir de los fundamentos presentados y relacionados a los hechos o tesis presentada al inicio del texto argumentativo.

En relación con la categoría de argumentación científica, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica acciones para que los estudiantes formulen de manera apropiada el hecho o tesis a argumentar a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables; para que utilicen terminología, leyes y/o teorías científicas, ejemplos, evidencias como argumentos o contraargumentos en sus textos argumentativos, para explicar el uso de los adverbios para enfatizar la tesis y para formular las conclusiones relacionadas al tema desarrollado.

2. Categoría: prácticas científicas

2.1 Subcategoría: modelización

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que utilizará estrategias para que los estudiantes puedan elaborar sus modelos científicos y para que puedan socializarlos.

2.2 Subcategoría: indagación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que promoverá el desarrollo de las habilidades para la indagación científica (formulación del problema e hipótesis, diseño de estrategias de indagación, recogida y análisis de resultados, formulación de conclusiones y socialización de sus indagaciones).

2.3 Subcategoría: argumentación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos para que los estudiantes intercambien ideas y elaboren argumentos a partir del resultado de sus indagaciones.

En relación con la categoría de prácticas científicas, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica estrategias para que los estudiantes elaboren sus modelos científicos, para que desarrollen las habilidades de la indagación científica, para que elaboren argumentos a partir de los resultados de sus indagaciones y para que socialicen sus productos.

3.- Categoría: neurotecnología educativa

3.1 Subcategoría: contextualización

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que presentará una situación significativa contextualizada en la ficha de actividad del estudiante, el propósito de la sesión y utilizará un sistema de comunicación virtual.

3.2 Subcategoría: objetivos

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que comunicará de manera clara y precisa el propósito de la sesión lo cual mantendrá la actividad mental del estudiante y lo orientará hacia el desarrollo de procesos de planeación y organización para las actividades de indagación y argumentación científica.

3.3 Subcategoría: profesor

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos durante la sesión para que los estudiantes expresen sus saberes previos, para que apliquen una estrategia para redactar un texto argumentativo, para que realicen sus indagaciones y para mostrar la distribución de los materiales en un entorno virtual.

3.4 Subcategoría: alumno

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que verificará que los estudiantes comprenden el propósito y el producto de la sesión, que utilicen la estrategia establecida para redactar un texto argumentativo, que se organicen para desarrollar indagaciones científicas y que busquen información utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos, Sin embargo, no se observa la planificación de acciones para verificar la disposición favorable hacia la indagación.

3.5 Subcategoría: instrumentos

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos para explicar el uso de recursos tecnológicos y para aplicarlos en

situaciones concretas que permitan alcanzar al estudiante el propósito de la sesión.

3.6 Subcategoría: procesos y actividades

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará actividades para que los estudiantes utilicen los recursos tecnológicos en la búsqueda de argumentos para su texto argumentativo, para dialogar y reflexionar sobre las diferentes maneras de elaborar su modelo científico y para utilizar una estrategia de redacción de textos argumentativos.

3.7 Subcategoría: evaluación

La docente evidencia en el diseño de la sesión de clase que planificará momentos para que los estudiantes realicen procesos de metacognición respecto a la elaboración de sus modelos científicos, respecto a los procesos de indagación y respecto a la redacción de sus textos argumentativos.

En relación con la categoría de neurotecnología educativa la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que presentará una situación significativa contextualizada en la ficha del estudiante, comunicará el propósito y producto de la sesión, orientará los procesos de indagación y argumentación científica, escuchará los saberes previos, promoverá la aplicación de una estrategia para redactar un texto argumentativo, orientará el uso de los recursos tecnológicos en la indagación y argumentación, mostrará la distribución de información en un entorno virtual, generará momentos para verificar si los estudiantes comprenden el propósito y el producto de la sesión, si los estudiantes

aplican la estrategia para redactar un texto argumentativo, si se organizan adecuadamente para desarrollar sus indagaciones, pero no de su disposición favorable a la indagación, planificará momentos para explicar el uso y la aplicación de los recursos tecnológicos para que el estudiante alcance el propósito de la sesión y generará momentos de metacognición para reflexionar sobre la elaboración de sus modelos científicos, sobre los procesos de indagación y sobre el proceso de redacción de textos argumentativos.

b. Guía de observación docente (GOD) – 2ª iteración

A continuación, se presenta el cuadro de procesamiento y organización de la data recogida de la GOD. En este caso fueron 03 observadores quienes observaron la sesión de aprendizaje virtual desarrollada por la docente investigadora y determinaron la presencia o ausencia de los indicadores por cada categoría. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual servirá para la segunda triangulación.



Tabla 23

Procesamiento y organización de la data recogida de la guía de observación docente – 2ª iteración

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INDICADORES (Ítems)	DOCENTE 1 (GOD – 2 – 1)			DOCENTE 2 (GOD – 2 – 2)			DOCENTE 3 (GOD – 2 – 3)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	1.1 Datos o hechos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4		
	1.2 Justificación	5, 6, 7	5, 6, 7			5, 6, 7			5, 6, 7		
	1.3 Fundamento	8, 9, 10	8, 9, 10			8, 9, 10			8, 9, 10		
	1.4 Calificadores modales	11	11			11			11		
	1.5 Refutadores	12	12			12			12		
	1.6 Conclusión	13, 14	13, 14			13, 14			13, 14		
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	1.1 Modelización	15, 16, 17	15, 16, 17			15, 16, 17			15, 16, 17		
	1.2 Indagación	18, 19, 20, 21, 22	18, 19, 20, 21, 22			18, 19, 20, 21, 22			18, 19, 20, 21, 22		
	1.3 Argumentación	23, 24, 25	23, 24, 25			23, 24, 25			23, 24, 25		
NEUROTECNOLOGÍA CIENTÍFICA	1.1 Contextualización	26, 27	26, 27			26, 27			26, 27		
	1.2 Objetivos	28, 29, 30	28, 29, 30			28, 29, 30			28, 29, 30		
	1.3 Profesor	31, 32, 33, 34	31, 32, 33, 34			31, 32, 33, 34			31, 32, 33, 34		
	1.4 Alumno	35, 36, 37, 38	35, 36, 37, 38			35, 36, 37, 38			35, 36, 37, 38		
	1.5 Instrumentos	39, 40	39, 40			39, 40			39, 40		
	1.6 Procesos y actividades	41, 42, 43,	41, 42, 43			41, 42, 43,			41, 42, 43,		
	1.7 Evaluación	44, 45, 46	44, 45, 46			44, 45, 46			44, 45, 46		

Nota. La tabla muestra la distribución de los ítems según las apreciaciones de los observadores en: Observable (1), Medianamente observable (2), No observable (3).

b.1- Resultados de la guía de observación al docente – 2ª iteración

1.- Categoría: argumentación científica

1.1 Subcategoría: datos o hechos

Durante la sesión de clase la docente orienta a los estudiantes en la formulación coherente, lógica, clara y precisa del tema a argumentar; además si se determina por observación del entorno, indagación o búsqueda de información.

1.2 Subcategoría: justificación

Durante la sesión de clase la docente orienta a los estudiantes sobre el uso de terminología y leyes científicas.

1.3 Subcategoría: fundamento

Durante la sesión de clase, la docente orienta a los estudiantes en el uso de ejemplos, comparaciones y evidencias que apoyan las justificaciones en sus argumentaciones.

1.4 Subcategoría: calificadores modales

Durante la sesión de clase, la docente orienta a los estudiantes en el uso de adverbios para dar énfasis a su tesis.

1.5 Subcategoría: refutadores

Durante la sesión de clase, la docente orienta a los estudiantes en la formulación de contraargumentos.

1.6 Subcategoría: conclusión

Durante la sesión de clase, la docente orienta a los estudiantes en la formulación de conclusiones relacionadas al tema desarrollado en base a los fundamentos presentados en el texto.

En relación con la categoría argumentación científica, se ha logrado observar que la docente orienta a los estudiantes respecto a la correcta formulación de los datos o hechos a argumentar (tesis); la justificación basada en terminología, conceptos y leyes científicas; los fundamentos basados en ejemplos, comparaciones y evidencias; el uso de adverbios que enfatizan la tesis; la formulación, en lo posible, de un contraargumento y de la elaboración de las conclusiones relacionadas al tema desarrollado basado en los fundamentos presentados en el texto argumentativo.

2.- Categoría: prácticas científicas

2.1 Subcategoría: modelización

Durante la sesión de clase, la docente utiliza estrategias para que los estudiantes elaboren y socialicen sus modelos científicos; además de orientarlos en el uso de conceptos científicos utilizados en la construcción de sus modelos científicos.

2.2 Subcategoría: indagación

Durante la sesión de clase, la docente promueve que los estudiantes desarrollen las capacidades de la competencia de indagación (formular

problemas e hipótesis, diseñar la experiencia, registrar y analizar datos, elaborar conclusiones y socializar los resultados de su indagación).

2.3 Subcategoría: argumentación

Durante la sesión de clase, la docente logra generar un ambiente favorable para el intercambio de ideas, para la elaboración de argumentos luego de la indagación y para el uso de sus modelos científicos como parte de su argumentación.

En relación con la categoría prácticas científicas, se ha logrado observar que la docente genera estrategias para que los estudiantes elaboren y socialicen sus modelos científicos; promueve la indagación, a partir de la secuencia de la metodología científica y orienta hacia la práctica de la argumentación científica a través del intercambio de ideas en un ambiente favorable hacia el diálogo y utilizando los resultados de sus indagaciones.

3.- Categoría: neurotecnología educativa

3.1 Subcategoría: contextualización

Durante la sesión de clase, la docente utiliza el sistema de videoconferencia y presenta una situación significativa contextualizada lo cual motiva a los estudiantes hacia el desarrollo de una indagación científica.

3.2 Subcategoría: objetivos

Durante la sesión de clase, la docente presenta claramente el propósito a través del cual activa la memoria de trabajo y la flexibilidad mental de los

estudiantes para desarrollar procesos de planeación y organización de la indagación y la argumentación.

3.3 Subcategoría: profesor

Durante la sesión de clase, la docente recoge los saberes previos de los estudiantes, comparte información en un entorno virtual, utiliza una estrategia para que los estudiantes redacten su texto argumentativo y promueve la realización de nuevas indagaciones.

3.4 Subcategoría: alumno

Durante la sesión de clase, los estudiantes muestran disposición favorable hacia la indagación científica, comprenden el propósito y el producto de la sesión, planifica y desarrolla actividades de indagación y argumentación científica utilizando adecuadamente los recursos tecnológicos,

3.5 Subcategoría: instrumentos

Durante la sesión de clase, se logra percibir que los recursos tecnológicos utilizados por la docente ayudan a los estudiantes a lograr el propósito establecido.

3.6 Subcategoría: procesos y actividades

Durante la sesión de clase, la docente promueve el uso de herramientas digitales para la selección y organización de información, desarrolla el pensamiento crítico y la creatividad a través de la reflexión sobre el proceso de

la indagación y promueve el uso de una estrategia para elaborar los textos argumentativos.

3.7 Subcategoría: evaluación

Durante la sesión de clase, la docente promueve que los estudiantes reflexionen sobre la construcción de sus modelos científicos, sobre el desarrollo de los procesos de indagación y sobre la forma cómo redactaron sus textos argumentativos.

En relación con la categoría neurotecnología educativa, se ha logrado observar que la docente contextualiza las sesiones de aprendizaje, presenta los propósitos de la sesión, mantiene a los estudiantes mentalmente activos y con actitud favorable hacia la indagación y argumentación científica, presenta la información y actividades en una plataforma virtual, promueve que los estudiantes diseñen sus estrategias de indagación y argumentación utilizando apropiadamente las herramientas digitales y orienta la metacognición sobre los procesos de elaboración de modelos científicos, sobre los procesos de indagación científica y sobre la estrategia para redactar textos argumentativos.

c.- Guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 2ª redacción

A continuación, se presentan las redes semánticas de 05 diarios reflexivos generadas con el aplicativo Atlas.ti 9 para cada categoría. En ellas se pueden apreciar las relaciones que la docente investigadora ha considerado establecer luego del análisis de los diarios reflexivos. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual servirá para la segunda triangulación.

c.1 Resultados de la guía de análisis de los diarios reflexivos (GADR) – 2º redacción

1.- Categoría: argumentación científica

1.1 Subcategoría: datos o hechos

La docente ayuda a los estudiantes a identificar el tema o tesis del texto argumentativo, la cual debe indicar también la opinión o postura del estudiante y enfatiza la búsqueda de información en fuentes confiables y de hechos cotidianos.

Les expliqué que la tesis, datos o hechos a defender se presentan al inicio, y en ella también se debe colocar la opinión (DR6-5)

Luego se leyó el primer párrafo y se preguntó si se identifica una tesis. Como no respondían, se mejoró los signos de puntuación para que puedan identificar las ideas principales. Así se dio forma al párrafo de introducción (DR9-3)

les recomendé buscar en Google académico, artículos y también los organismos internacionales, OMS, Unesco, Minedu, se pueden extraer ideas para el texto argumentativo, debo buscar también citas de expertos, de científicos, de las estadísticas, todo eso apoya a la tesis (DR6-5)

1.2 Subcategoría: justificación

La docente les indica que los testimonios, las leyes científicas, datos estadísticos y los resultados de sus indagaciones forman parte de los argumentos de su texto argumentativo.

En ese caso, la ley de Hooke es un argumento válido y los resultados de sus experiencias también (DR6-5)

Les indiqué que los testimonios también forman parte de los argumentos. También les indiqué que las leyes científicas contribuyen con los fundamentos científicos. (DR6-5)

Y finalmente se llegan a las conclusiones y un estudiante digitó en el chat: la elongación del resorte es directamente proporcional con la fuerza aplicada en el mismo. (DR7-5)

1.3 Subcategoría: fundamento

La docente enfatiza en la búsqueda de argumentos para defender la tesis que deben iniciar con la indagación para generar posibles argumentos.

les indiqué que en este caso se recomienda realizar primero la indagación ya que los resultados muy bien se podrían utilizar como argumentos (DR13-3)

Para ello utilicé el ejemplo de convencer al lector de la vacunación contra el COVID-19. En ese caso les expliqué que debería buscar una serie de argumentos para que cambie de actitud y lo exhorto a eso; entonces, busco argumentos para fundamentar por qué es importante vacunarse (DR6-5)

1.4 Subcategoría: calificadores modales

La docente muestra ejemplos acerca del uso de adverbios para dar énfasis a la tesis, así como una lista de conectores.

Con ayuda de un ejemplo les mostré cómo se puede dar énfasis a la tesis o dato con los calificadores modales, es decir, con los adverbios o adjetivos. (DR6-5)

Luego analizando el segundo párrafo se enfatizó el uso de las palabras enlace o introductorias como, “en primer lugar”, “al respecto” y para enfatizar la tesis como, sin duda, probablemente, entre otros. (DR9-3)

Y ahora debíamos colocar un calificador modal, por ejemplo, “sin duda”...y se dejó a elección de los estudiantes (DR10-5)

1.5 Subcategoría: refutadores

La docente promueve la redacción de uno o más contraargumentos para enriquecer la redacción del texto argumentativo.

Para trabajar los contraargumentos pregunté: ¿todos piensan igual que yo? Pues no, y de ahí surgen los contraargumentos que enriquecen a mi texto (DR6-5)

aquí les comenté que puede presentarse varios contraargumentos pues el plástico es muy útil, ligero, eso está en uno de los videos (DR7-5)

1.6 Subcategoría: conclusión

La docente orienta a los estudiantes a redactar la conclusión considerando el tema o retomando la tesis planteada en el primer párrafo del texto argumentativo.

También les coloqué una lectura al respecto y la conversación que se tuvo en esos momentos llevó a reflexionar a los estudiantes pues uno de ellos comentó que el hecho que no comamos peces no hace que la fauna marina mejore. Lo más factible para solucionar es consumir menos plásticos de un solo uso y no tirarlo a cualquier lugar (DR7-5)

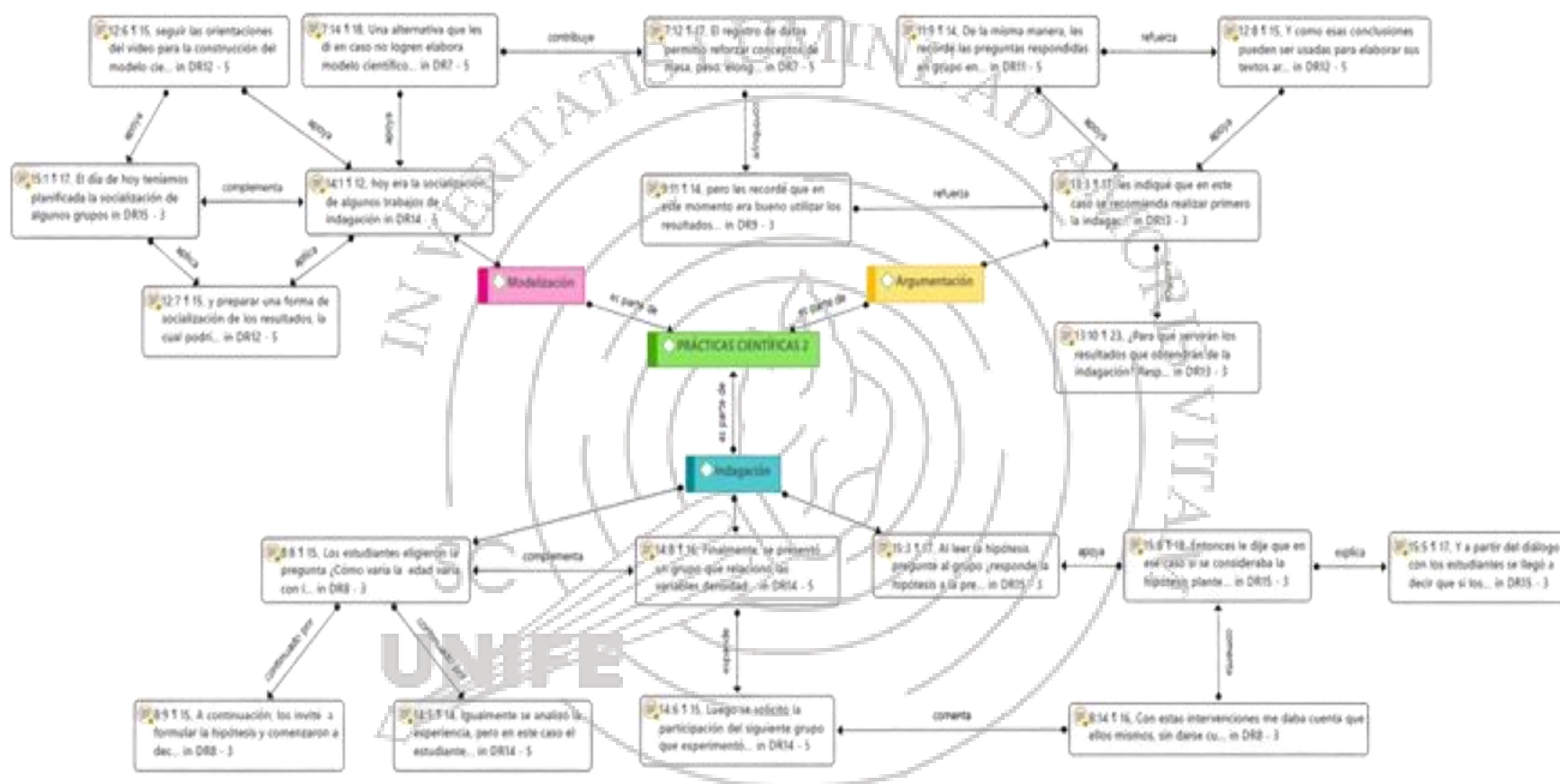
Luego, deberán retomar la tesis para dar una conclusión. Podrían decir a partir de lo revisado se concluye que...incluso se puede escribir una exhortación al lector al cambio de actitud (DR6-5)

les coloqué la sugerencia de retomar la tesis del inicio. Pero quise ver si estaban atentos y pregunté ¿Qué le falta al texto para cerrar? Un estudiante respondió: le falta la conclusión y se dio la sugerencia de incluirla. (DR9-3)

En relación con la categoría de argumentación científica, se evidencia que la docente explica que la tesis se presenta al inicio del texto e incluye la opinión de redactor y enfatiza que su redacción debe ser clara, precisa y coherente. Además, explica que su planteamiento tiene su origen en hechos cotidianos y se fundamenta con información extraída de fuentes confiables; además explica la importancia del uso de adverbios para dar énfasis a la tesis y el uso de conectores en los párrafos para dar coherencia y agilidad de lectura al texto. La docente refuerza estas acciones indicando que con el primer párrafo se debe captar la atención del lector y apoya todo lo ejecutado anteriormente cuando recomienda realizar primero las indagaciones científicas ya que los resultados pueden formar parte de los argumentos del texto al mismo tiempo que los testimonios, las citas de expertos, los datos estadísticos y las leyes científicas.

Figura 44

Red semántica a partir de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Prácticas científicas – 2ª redacción



Nota. En la red semántica se observan las relaciones establecidas entre las subcategorías de la categoría Prácticas científicas predominando las relaciones de apoyo y complementariedad.

2.- Categoría: Prácticas científicas

2.1 Subcategoría: modelización

La docente promueve la elaboración de modelos científicos con materiales al alcance de los estudiantes o en su defecto propone el uso de simuladores. Además, genera espacios para socializarlos con el propósito de ser mejorados.

Una alternativa que les di en caso no logre elaborar modelos científicos fue precisamente trabajar con otro simulador (DR7-5)

seguir las orientaciones del video para la construcción del modelo científico (DR12-5)

El día de hoy teníamos planificada la socialización de algunos grupos (DR15-3) hoy era la socialización de algunos trabajos de indagación (DR14-5)

2.2 Subcategoría: indagación

La docente promueve la formulación de la pregunta e hipótesis de indagación relacionando variables a través de repreguntas y un ambiente favorable para el intercambio de ideas. Además, permite la socialización de las indagaciones grupales utilizando algún recurso tecnológico.

Los estudiantes eligieron la pregunta ¿Cómo varía la edad con la frecuencia cardíaca? Pero yo deseaba que eligieran esta ¿Cómo la edad influye en su frecuencia cardíaca al realizar una actividad física? Parece que no ven aun la importancia de la palabra "influye". En fin, por ahora acepté la pregunta anterior. (DR8-3)

Luego se solicitó la participación del siguiente grupo que experimentó con las variables: peso y nivel de profundidad. Para ello plantearon la situación significativa, el reto y desarrollaron toda la actividad, los cuadros de doble entrada, los gráficos obtenidos, el análisis y las conclusiones (DR14-5)

Al leer la hipótesis pregunté al grupo ¿responde la hipótesis a la pregunta planteada? Todos quedaron en silencio. Es que en realidad no estaba relacionada y quería que cualquier estudiante pueda analizar. (DR15-3)

Y a partir del diálogo con los estudiantes se llegó a decir que si los alimentos eran cereales entonces contienen más almidón; si los alimentos eran tubérculos, contenían menos almidón, etc. (DR15-3)

2.3 Subcategoría: argumentación

La docente promueve la realización de la indagación científica con la finalidad de que los resultados sean utilizados como argumentos en el texto argumentativo.

¿Para qué servirán los resultados que obtendrán de la indagación? Respondieron que podrían usarlo para saber qué alimentos tienen almidón, sólo uno recordó que se podía usar para el texto argumentativo. (DR13-3)

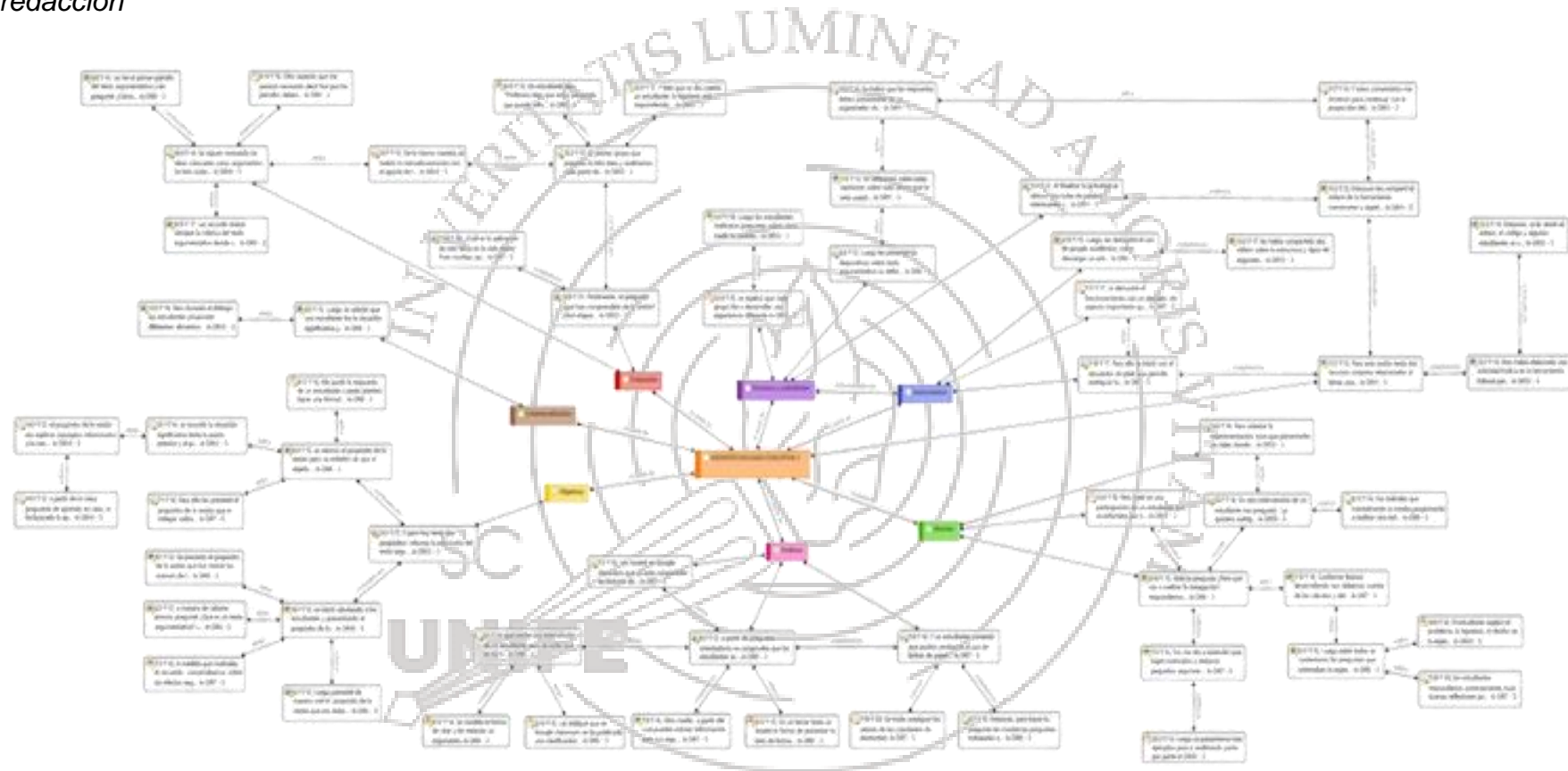
De la misma manera, les recordé las preguntas respondidas en grupo en la sesión anterior, las conclusiones presentadas pueden servir para redactar su texto argumentativo. (DR11-5)

pero les recordé que en este momento era bueno utilizar los resultados de la indagación realizada y citándola así “tal como se realizó en la experiencia de clase...”; (DR9-3)

En relación con la categoría de prácticas científicas se evidencia que la docente genera momentos para la socialización de sus indagaciones utilizando alguna herramienta digital. La docente utiliza videos para explicar la elaboración del modelo científico o sugiere el uso de simuladores. La docente promueve la formulación del problema e hipótesis, el diseño de la indagación, el análisis de datos y gráficos y la formulación de conclusiones a través de preguntas y repreguntas. La docente refuerza las acciones anteriores explicando que es conveniente realizar previamente las indagaciones, individuales o grupales, ya que las conclusiones obtenidas luego del análisis de los datos apoyados, por la revisión teórica, pueden ser parte de los argumentos del texto argumentativo.

Figura 45

Red semántica a partir de la información de los diarios reflexivos respecto a la categoría: Neurotecnología educativa – 2ª redacción



Nota. En la red semántica se observan las relaciones establecidas entre las subcategorías de la categoría neurotecnología educativa. Obsérvese la relación coherente que se establece entre las subcategorías Procesos y actividades e Instrumentos.

3.- Categoría: neurotecnología educativa

3.1 Subcategoría: contextualización

La docente presenta la situación significativa y los estudiantes utilizan recursos del entorno en sus indagaciones.

Luego se solicitó que una estudiante lea la situación significativa y el reto (DR8-3)

Pero durante el diálogo los estudiantes proponían diferentes alimentos: arroz integral, camote y yo les permitía que experimenten con todos los alimentos. Además, salían comentarios interesantes sobre la vida diaria. (DR13-3)

3.2 Subcategoría: objetivos

La docente presenta el propósito y reto de la sesión, tanto para la indagación científica como para la redacción de texto argumentativo.

se retomó el propósito de la sesión, pero se enfatizó de que el objetivo principal era que planteen preguntas de indagación, que formulen hipótesis, que diseñen una indagación, que analicen los resultados y los comuniquen. (DR8-3)

el propósito de la sesión era explicar conceptos relacionados a la mecánica de fluidos a partir de experiencias sencillas (DR14-5)

Para ello les presenté el propósito de la sesión que es indagar sobre la resistencia y las propiedades físicas y químicas de los plásticos (DR7-5)

se inició saludando a los estudiantes y presentando el propósito de la sesión que es dar orientaciones a la redacción de los textos argumentativos a partir de las retroalimentaciones de algunos productos enviados (DR10-5)

Luego presenté de manera oral el propósito de la sesión que era redactar un texto argumentativo científico siguiendo la estructura de Toulmin (DR6-5)

3.3 Subcategoría: profesor

La docente utiliza preguntas orientadoras para recoger los saberes previos de los estudiantes sobre la formulación de la pregunta e hipótesis de

indagación y la redacción del texto argumentativo motivando la lectura continua para identificar argumentos. Además, muestra a los estudiantes un entorno virtual en donde comparte los videos, simuladores, lecturas y fichas de actividad. También realiza la retroalimentación al texto argumentativo utilizando el modelo de Toulmin.

Les mostré en Google Classroom que ya está compartidas las lecturas de donde pueden extraer sus argumentos sobre la contaminación del mar con los plásticos y sobre la formación de islas de plásticos (DR7-5)

a partir de preguntas orientadoras se comprueba que los estudiantes recuerden la finalidad y la estructura de un texto argumentativo e induce que a partir de la lectura continua se puede obtener los argumentos, evidencias, contraargumentos (DR9-3)

Les indiqué que en *Google Classroom* se ha publicado una clasificación de conectores que van a apoyar la redacción (DR6-5)

En un tercer texto se resaltó la forma de presentar la tesis de forma aseverativa "...es...". Sin embargo, fue muy corto a penas un párrafo que no completó la idea a tratar mucho menos llegó a una conclusión; por lo que se recomendó terminarlo considerando los elementos propuestos. (DR9-3)

3.4 Subcategoría: alumno

La docente observa la disposición favorable de los estudiantes para realizar una indagación científica y redacción del texto argumentativo a partir de sus intervenciones y reflexiones durante la planificación de la actividad y en la socialización. La docente utiliza ejemplos y videos para clarificar las dudas.

Para orientar la experimentación, tuve que presentarles un video donde se mostraba la forma de la extracción del almidón en diferentes alimentos (DR13-3)

El estudiante explicó el problema, la hipótesis, el diseño en la experimentación, el registro de datos en tablas de doble entrada, gráficos y conclusiones (DR14-5)

Conforme íbamos desarrollando nos dábamos cuenta de los cálculos y del reto que propone el simulador, realizamos un nuevo ejemplo con

ayuda de los estudiantes y para la ficha podían trabajar con otros datos. (DR7-5)

3.5 Subcategoría: instrumentos

La docente utiliza simuladores y videos; canción, cuestionario lúdico y nube de palabras para trabajar actividades de indagación. También utiliza videos, Google académico para presentar la estructura del texto argumentativo.

Para ello se inició con el simulador de *Phet* que permite averiguar la constante de elasticidad, la misma que se encuentra en la relación de la ley de Hooke. (DR7-5)

Para esta sesión tenía dos recursos sorpresa relacionadas al tema: una canción y un video y les pregunté: ¿Cuál desean ver primero? Suponía que iban a decir la canción y no me equivoqué, es que era un recurso novedoso, la música mueve a los adolescentes (DR11-5)

Pero había elaborado una actividad lúdica en la herramienta *Kahoot* para que, a manera de evaluación, recuerden los conceptos básicos sobre la indagación, el planteamiento del problema, las hipótesis, relacionar las variables, diseñar la experimentación, seleccionar materiales, registrar y analizar datos, elaborar conclusiones y socializar la experiencia (DR12-5)

Luego, les demostré el uso de Google académico, como descargar un artículo desde una base de datos (DR6-5)

Entonces les compartí el enlace de la herramienta *Mentimeter* y repetí el audio para que al mismo tiempo puedan digitar las palabras. Les indiqué también que pueden digitar en el chat (DR11-5)

Entonces, se le envió el enlace, el código y algunos estudiantes se conectaron (21) y aunque hubo dificultad para ver la pregunta y respuesta, porque los estudiantes se conectaban con celular, tuve que leer las alternativas, pero al finalizar se logró repasar los contenidos y comprobé que la mayoría recordaba los conceptos sobre indagación. (DR12-5)

3.6 Subcategoría: procesos y actividades

La docente utiliza dos herramientas digitales *Mindomo* y *Mentimeter* para elaborar organizadores visuales y nube de palabras respectivamente. Además, promueve la realización de diferentes experiencias sencillas de indagación.

También propone actividades en base al modelo de Toulmin para redactar textos argumentativos.

Al finalizar la actividad se obtuvo una nube de palabra interesantes con aproximadamente 24 palabras. (DR11-5)

Luego los estudiantes realizaron preguntas sobre cómo medir la cantidad de almidón y ahí sí les di la oportunidad para que desarrollen su creatividad. Algunos dijeron que tenían balanza, otros decían que podían elaborar una balanza, les di una pista: ¿Qué utilizan para medir la cantidad de azúcar al café o té? Y dieron con la respuesta: con cucharitas medidoras. (DR13-3)

Luego les presenté las diapositivas sobre texto argumentativo su definición, la estructura general (inicio, desarrollo y conclusión), la propuesta de Toulmin: datos, fundamentos, justificación, refutadores, cualificador modal y conclusión. (DR6-5)

Se reflexionó sobre estas opiniones sobre todo ahora que se está usando mascarillas, guantes, protectores faciales, que se desconoce el destino que tienen. Y estos recursos motivan la generación de ideas o argumentos para su texto argumentativo (DR11-5)

Se indicó que las respuestas deben presentarlas en un organizador visual, puede ser utilizando Mindomo u otro. Este organizador les servirá para generar ideas, fundamentos o argumentos para su texto argumentativo. (DR11-5)

3.7 Subcategoría: evaluación

La docente reflexiona con los estudiantes sobre la redacción de los textos argumentativos enfatizando aspectos como tipo de redacción, uso de conectores, relación entre los párrafos, presentación de argumentos y referencias. Igualmente, reflexiona sobre el proceso de la indagación científica enfatizando la forma de presentar la pregunta de indagación, la relación de variables y su aplicación a la vida diaria.

Un estudiante dijo: “Profesora algo que estoy pensando que puede influir es la temperatura del ambiente, porque no es lo mismo si hace calor o frío”. Me pareció interesante cómo iban identificando varias variables intervinientes y la anoté. (DR8-3)

Y bien que se dio cuenta un estudiante: la hipótesis está respondiendo a un procedimiento cuando la pregunta está orientado al tipo de alimento. (DR15-3)

Se siguen revisando las ideas colocadas como argumentos. Se hizo notar que faltan las referencias, se enfatiza que se necesita leer para que surjan las ideas, los ejemplos, los argumentos. Conforme se fue leyendo el texto se iban dando sugerencias de mejora. (DR10-5)

Otro aspecto que me pareció necesario decir fue que los párrafos deben estar relacionados o articulados. Se siguió analizando el texto verificando los signos de puntuación, conectores, también la presentación de argumentos por experiencias personales, testimonios e incluso se insistió que pueden utilizar los resultados de sus indagaciones. (DR9-3)

Les leí el primer párrafo del texto argumentativo y les pregunté ¿Cómo se sienten luego de leer este párrafo? Un estudiante dijo que le gusta el párrafo, pero debería ser más directo; otros dijeron que les parecía educado porque sentían que les iba a explicar sobre el tema de una manera formal. Y felizmente, una estudiante mencionó lo que yo deseaba: la redacción era un tanto agresiva (DR9-3)

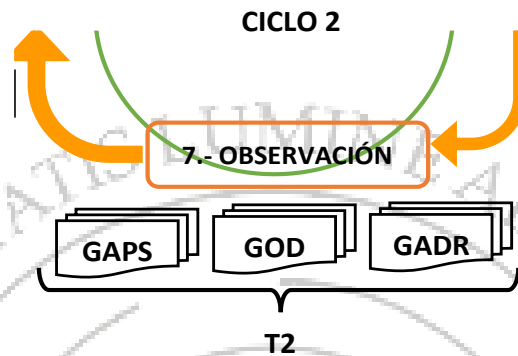
En relación con la categoría neurotecnología educativa se evidencia que la docente presenta la situación significativa, el propósito, el reto, el producto de la sesión y permite el uso de recursos del entorno. Luego plantea estrategias para desarrollar la estructura del texto argumentativo y para desarrollar los procesos de la indagación científica. Respecto a la primera, la docente trabaja con los productos de los estudiantes y realiza la retroalimentación sobre la aplicación del modelo de Toulmin. Respecto a la segunda, la docente enfatiza la generación de preguntas de indagación relacionando variables. En ambas estrategias, se realizan preguntas orientadoras con las cuales se logra motivar a la redacción de pequeños argumentos y proponer nuevas indagaciones. Para ello, se utilizan recursos tecnológicos como audios, videos, simuladores, herramientas digitales *on line* y Google académico. La docente genera espacios para socialización y la reflexión sobre los procesos de redacción de los textos argumentativos y procesos de indagación científica en base a una rúbrica.

4.2.3 Observación

a.- Segunda triangulación (T2)

Figura 46

Tercera etapa de la segunda iteración: observación



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la tercera etapa de la segunda iteración que corresponde a la observación. A continuación, se presenta la matriz de la segunda triangulación en la cual se relacionaron los resultados de cada categoría en los tres instrumentos: Guía de Observación Docente, Guía de Análisis de la Planificación de la Sesión y Guía de Análisis del Diario Reflexivo.

Tabla 24

Matriz de la segunda triangulación

CAUSAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	RESULTADOS GUÍA ANÁLISIS PLANIFICACIÓN SESIÓN	RESULTADOS GUÍA DE OBSERVACIÓN DOCENTE	RESULTADOS GUÍA DE DIARIOS REFLEXIVOS	SEGUNDA TRIANGULACIÓN
Limitado conocimiento de las habilidades que comprenden en las prácticas científicas.	Conocer las habilidades que comprenden las prácticas científicas.	ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	En relación con la categoría de argumentación científica, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica acciones para que los estudiantes formulen de manera apropiada el hecho o tesis a argumentar a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables; para que utilicen terminología, leyes y/o teorías científicas, ejemplos, evidencias como argumentos o contraargumentos en sus textos argumentativos, para explicar el uso de los adverbios para enfatizar la tesis y para formular las conclusiones relacionadas al tema desarrollado.	En relación con la categoría de argumentación científica, se ha logrado observar que la docente orienta a los estudiantes respecto a la correcta formulación de los datos o hechos a argumentar (tesis); la justificación basada en terminología, conceptos y leyes científicas; los fundamentos basados en ejemplos, comparaciones y evidencias; el uso de adverbios que enfatizan la tesis; la formulación, en lo posible, de un contraargumento y de la elaboración de las conclusiones relacionadas al tema desarrollado basado en los fundamentos presentados en el texto argumentativo.	En relación con la categoría de argumentación científica, se evidencia que la docente explica que la tesis se presenta al inicio del texto e incluye la opinión del redactor y enfatiza que su redacción debe ser clara, precisa y coherente. Además, explica que su planteamiento tiene su origen en hechos cotidianos y se fundamenta con información extraída de fuentes confiables; además explica la importancia del uso de adverbios para dar énfasis a la tesis y el uso de conectores en los párrafos para dar coherencia y agilidad de lectura al texto. La docente refuerza estas acciones indicando que con el primer párrafo se	En relación con la categoría de argumentación científica, la docente planifica y ejecuta acciones para que los estudiantes redacten un texto argumentativo científico. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que les explica sus características como el planteamiento de la tesis, que incluye la opinión del redactor y refuerza que su redacción debe ser clara, precisa y coherente; el uso de adverbios para enfatizarla; los fundamentos, que pueden ser extraídos de fuentes confiables, de los resultados de sus indagaciones científicas, de los testimonios, de las citas de expertos, de los datos estadísticos y de las

			<p>debe captar la atención del lector y apoya todo lo ejecutado anteriormente cuando recomienda realizar primero las indagaciones científicas ya que los resultados pueden formar parte de los argumentos del texto al mismo tiempo que los testimonios, las citas de expertos, los datos estadísticos y las leyes científicas.</p>	<p>leyes científicas. A esto se suma que, durante el desarrollo de la sesión, se observó que la docente indica que se debe redactar, en lo posible, un contraargumento y que las conclusiones se vinculen con el tema desarrollado.</p>
<p>PRÁCTICAS CIENTÍFICAS</p>	<p>En relación con la categoría de prácticas científicas, la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que planifica estrategias para que los estudiantes elaboren sus modelos científicos, para que desarrollen las habilidades de la indagación científica, para que elaboren argumentos a partir de los resultados de sus indagaciones y para que socialicen sus productos.</p>	<p>En relación con la categoría de prácticas científicas, se ha logrado observar que la docente genera estrategias para que los estudiantes elaboren y socialicen sus modelos científicos; promueve la indagación, a partir de la secuencia de la metodología científica y orienta hacia la práctica de la argumentación científica a través del intercambio de ideas en un ambiente favorable hacia el diálogo y utilizando los resultados de sus indagaciones.</p>	<p>En relación con la categoría de prácticas científicas se evidencia que la docente genera momentos para la socialización de sus indagaciones utilizando alguna herramienta digital. La docente utiliza videos para explicar la elaboración del modelo científico o sugiere el uso de simuladores. La docente promueve la formulación del problema e hipótesis, el diseño de la indagación, el análisis de datos y gráficos y la formulación de conclusiones a través de preguntas y repreguntas.</p>	<p>En relación con la categoría de prácticas científicas, la docente planifica y ejecuta acciones para que los estudiantes elaboren sus modelos científicos, para desarrollar las habilidades de la indagación científica, para que elaboren textos argumentativos a partir de los resultados de sus indagaciones y para que socialicen sus productos en un ambiente favorable para el diálogo y discusión de las ideas. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que les</p>

					La docente refuerza las acciones anteriores explicando que es conveniente realizar previamente las indagaciones, individuales o grupales, ya que las conclusiones obtenidas luego del análisis de los datos apoyados, por la revisión teórica, pueden ser parte de los argumentos del texto argumentativo.	explica, con ayuda de videos, la elaboración del modelo científico o sugiere el uso de simuladores; les orienta, a partir de repreguntas, la ruta a seguir en sus indagaciones científicas; les orienta a utilizar las conclusiones de sus indagaciones como argumentos del texto argumentativo y les genera espacios virtuales para la socialización de sus productos.
Limitado uso pedagógico o de recursos tecnológicos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.	Utilizar de manera pedagógica los recursos tecnológicos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.	NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA	En relación con la categoría de neurotecnología educativa la docente evidencia en los diseños de la sesión de clase que presentará una situación significativa contextualizada en la ficha del estudiante, comunicará el propósito y producto de la sesión, orientará los procesos de indagación y argumentación científica, escuchará los saberes previos, promoverá la aplicación de una estrategia para redactar un texto argumentativo, orientará el uso de los	En relación con la categoría neurotecnología educativa, se ha logrado observar que la docente contextualiza las sesiones de aprendizaje, presenta los propósitos de la sesión, mantiene a los estudiantes mentalmente activos y con actitud favorable hacia la indagación y argumentación científica, presenta la información y actividades en una plataforma virtual, promueve que los estudiantes diseñen sus estrategias de indagación y argumentación utilizando	En relación con la categoría neurotecnología educativa se evidencia que la docente presenta la situación significativa, el propósito, el reto, el producto de la sesión y permite el uso de recursos del entorno. Luego plantea estrategias para desarrollar la estructura del texto argumentativo y para desarrollar los procesos de la indagación científica. Respecto a la primera, la docente trabaja con los productos de los estudiantes y realiza la retroalimentación sobre la	En relación con la categoría de neurotecnología educativa, la docente planifica y ejecuta acciones para comunicar la situación significativa y el propósito de la sesión; para que se desarrollen los procesos de indagación y argumentación científica con una actitud favorable; para utilizar adecuadamente los recursos tecnológicos y para realizar momentos de metacognición sobre los procesos de indagación y argumentación científica.

recursos tecnológicos en la indagación y argumentación, mostrará la distribución de información en un entorno virtual, generará momentos para verificar si los estudiantes comprenden el propósito y el producto de la sesión, si los estudiantes aplican la estrategia para redactar un texto argumentativo, si se organizan adecuadamente para desarrollar sus indagaciones, pero no de su disposición favorable a la indagación, planificará momentos para explicar el uso y la aplicación de los recursos tecnológicos para que el estudiante alcance el propósito de la sesión y generará momentos de metacognición para reflexionar sobre la elaboración de sus modelos científicos, sobre los procesos de indagación y sobre el proceso de redacción de textos argumentativos.

apropiadamente las herramientas digitales y orienta la metacognición sobre los procesos de elaboración de modelos científicos, sobre los procesos de indagación científica y sobre la estrategia para redactar textos argumentativos.

aplicación del modelo de Toulmin. Respecto a la segunda, la docente enfatiza la generación de preguntas de indagación relacionando variables. En ambas estrategias, se realizan preguntas orientadoras con las cuales se logra motivar a la redacción de pequeños argumentos y proponer nuevas indagaciones. Para ello, se utilizan recursos tecnológicos como audios, videos, simuladores, herramientas digitales *on line* y Google académico. La docente genera espacios para socialización y la reflexión sobre los procesos de redacción de los textos argumentativos y procesos de indagación científica en base a una rúbrica.

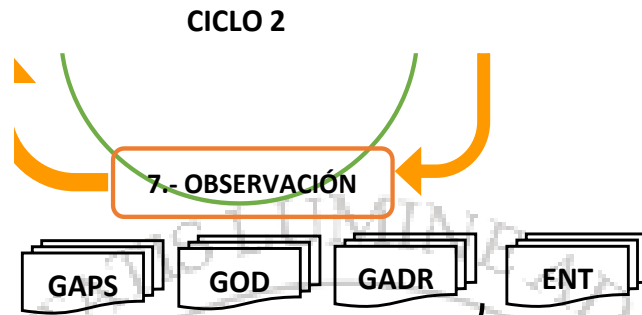
Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que al inicio de la sesión se presenta la situación significativa, el propósito, el reto y el producto de la sesión; se explica el modelo de Toulmin para la redacción de textos argumentativos y se enfatiza la generación de una pregunta de indagación para desarrollar la indagación científica; se explican y utilizan diferentes recursos tecnológicos *on line* y un entorno virtual para compartir los recursos y cuando se generan espacios para socialización y la reflexión sobre los procesos de redacción de los textos argumentativos y procesos de indagación científica a partir de criterios compartidos.

Nota: La tabla muestra la contrastación entre los tres instrumentos por cada categoría y que da como resultado la precisión de aspectos comunes y diferentes que permitió la toma de decisiones. Además, nótese que las dos primeras categorías responden al primer objetivo específico del plan de acción y apunta a la solución de la primera causa del problema. De la misma manera, la tercera categoría responde al segundo objetivo específico del plan de acción y apunta a la solución de la segunda causa del problema.

4.2.3.1 Entrevista a los estudiantes (ENT)

Figura 47

Ubicación de las entrevistas (ENT) a estudiantes en la segunda iteración

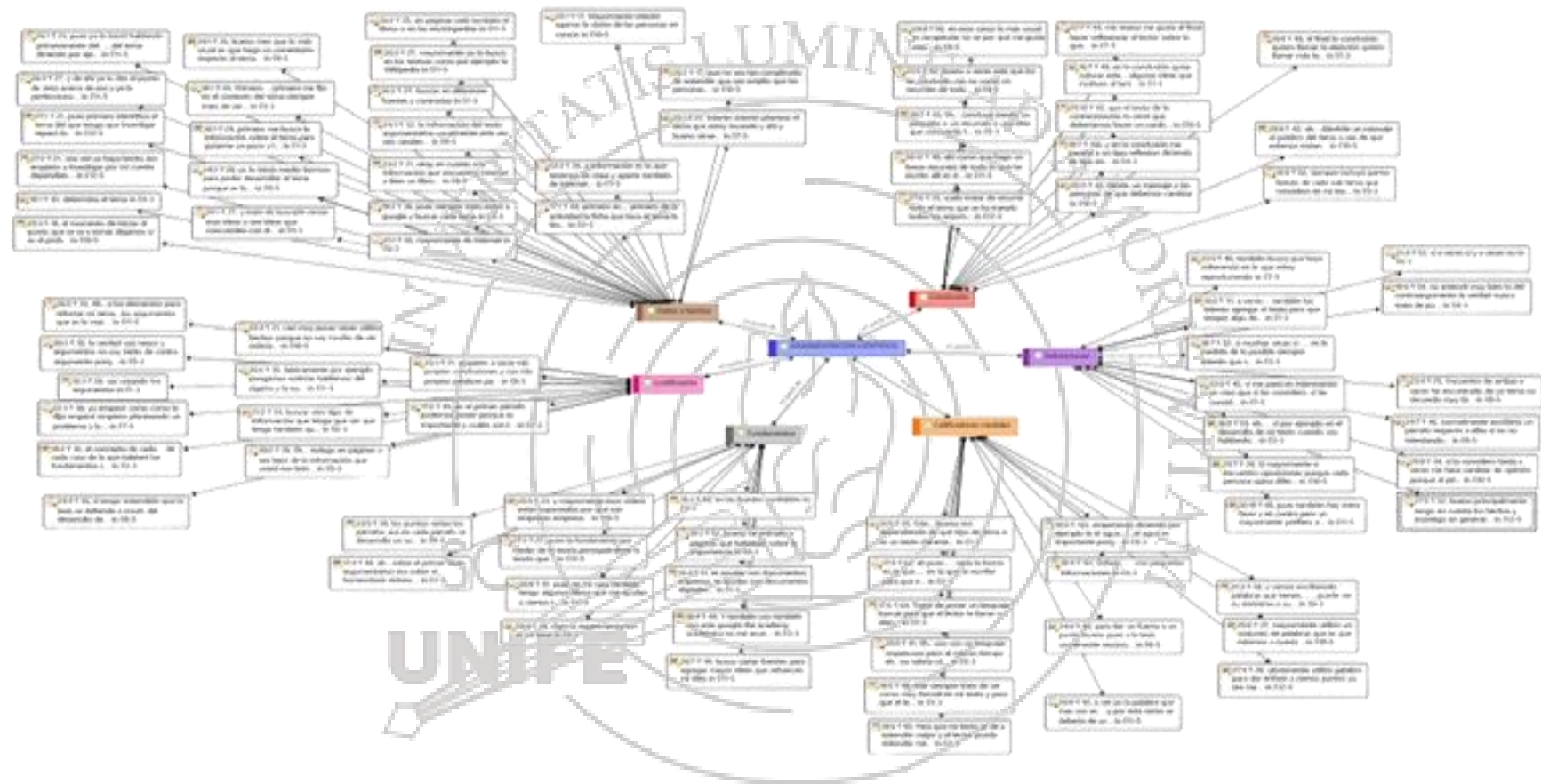


Nota. Elaboración propia extraída de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra el momento en que se realizó el tratamiento de las entrevistas a los estudiantes dentro de la segunda iteración. A continuación, se presentan las redes semánticas, elaboradas con el programa Atlas.ti 9, de las entrevistas realizadas a 12 estudiantes que formaron parte de la muestra de la investigación. En ellas se pueden apreciar las relaciones que la docente investigadora ha considerado establecer luego del análisis de las respuestas. Luego, se muestran las apreciaciones por cada subcategoría y categoría la cual sirvió para la tercera triangulación.

Figura 48

Red semántica a partir de las entrevistas realizadas a los estudiantes respecto a la categoría: Argumentación científica



Nota. La figura muestra las respuestas significativas por cada subcategoría, en la categoría argumentación científica. A su vez, cada una está agrupada por similitud de opinión, lo cual permitió a la docente investigadora redactar las respuestas consolidadas.

a.- Resultados de las entrevistas a los estudiantes

1.- Categoría: argumentación científica

1.1 Subcategoría: datos o hechos

Los estudiantes inician el texto argumentativo hablando del tema, a veces condicionado por el contexto, colocando además su opinión y algunos argumentos. De igual manera, la información para redactar el texto argumentativo mayormente lo encuentran en sitios web, libros, enciclopedias, videos o en las lecturas de la clase.

una vez ya haya hecho eso empiezo a investigar por mi cuenta dependiendo de lo que quiera lograr en el texto argumentativo dependiendo más que todo del punto de vista que quiero abarcar en el texto argumentativo entonces una vez tengo esas cosas en claro primero todo lo que había en clase y todo lo que quiero hacer puedo empezar a escribir ya cuando tengo conocimiento amplio del tema (E12-5)

al momento de iniciar el punto que se va a tomar digamos si es el problema de la contaminación y cómo reducirla pues empiezo a explicar cómo hoy en día está la contaminación y los diferentes caminos que podemos tomar para reducirla (E10-5)

Primero.... primero me fijo en el contexto del tema siempre trato de ver la situación completa y añado algunos elementos en mi texto y tanto en la parte..... primero empezando por la parte positiva luego yendo por lo negativo y al final establezco unas preguntas que tendré que ir desarrollando en todo el texto (E3-3)

okay en cuanto a la información que encuentro Internet o bien un libro que tengo cerca tal vez esto a veces encuentro investigaciones hasta de universidades donde presentan de una manera resumida con ejemplos y algunas imágenes (E8-5)

1.2 Subcategoría: justificación

Para defender la tesis, los estudiantes mayormente utilizan argumentos que lo encuentran en videos, sitios web, noticias e información adicional a los que se trabaja en la clase.

en el primer párrafo podemos poner porque es importante y cuáles son las razones y... en el segundo párrafo puede ir como la tecnología (E2-3)

casi muy pocas veces utilizo hechos porque no soy mucho de ver noticias o ver cosas que así me informé de ese tipo pero sí me informó cuando pone digamos el relleno sanitario y habló sobre los grandes acumulamiento de basura que había en tales lugares así he visto otros vídeos así y empezaron a ver información ahí bueno no me informo prácticamente de páginas me informo de videos mayormente (E10-5)

básicamente por ejemplo pongamos noticias hablemos del cigarro y la noticia sale muchas veces que el cigarro hace mal a nuestro organismo mayor los pulmones que los intoxica básicamente problemas respiratorios también eso podría usarse para mi argumentación (E11-5)

la verdad usó nexos y argumentos no soy tanto de contra argumento porque la verdad si es cierto que un contra argumento es necesario, pero no es tan sencillo conseguir como un argumento común porque un contraargumento es algo que vaya en contra de lo que tú argumento ético ha propuesto (E5-3)

yo empecé como... como lo dije, empiezo planteando un problema y luego pongo bueno... argumentos y bueno... estoy intentando convencer al lector no? de lo que... lo que estoy diciendo, entonces... bueno planteo hechos, pongo argumentos también tendría que poner fuentes de lo que estoy hablando eso es lo que generalmente pongo en el texto (E7-5)

1.3 Subcategoría: fundamento

Para dar soporte a los argumentos, los estudiantes describen ideas en párrafos. Esas ideas las encuentran en videos, fuentes confiables, expertos en el tema, experimentos e incluso en teorías o leyes que se han utilizado anteriormente.

pues la fundamento por medio de la teoría principalmente la teoría que siempre se ha estado estudiando y en eso me baso para poder dar mis hipótesis por así decirlo me empiezo a basar mi forma de pensar en esas teorías o fórmulas que ya están escritas y que se han estado utilizando desde hace mucho tiempo que son bases para la mayoría de las indagaciones que se dan en la ciencia (E12-5)

pues en mi casa también tengo algunos libros que me ayudan a ciertos temas y también de ahí los saco (E11-5)

.....claro la experimentación es mi base (E5-3)

Y también uso también usó este Google the academy académica no me acuerdo como se llama, pero.... pero lo uso para buscar información confiable de ayuda (E3-3)

1.4 Subcategoría: calificadores modales

Para dar énfasis a la tesis los estudiantes utilizan palabras para llamar la atención del lector, usan un lenguaje formal, otras veces utilizan preguntas, conectores, ejemplos o información adicional.

Eh...uso.... uso un lenguaje respetuoso, pero al mismo tiempo eh...no sabría cómo decirlo con seguridad y eso es como le doy énfasis a mis argumentos y aparte uso aplicó el que ya he experimentado y lo cuento con una anécdota de seguridad total no es no dudo trato de ser lo más firme posible (E5-3)

este siempre trato de ser como muy formal en mi texto y para qué el lector se sienta..... se sienta..... Eh...pueda entender mejor mi texto y en la medida de lo posible siempre intentó usar conectores (E3-3)

obviamente utilizo palabra para dar énfasis a ciertos puntos ya sea marcando una diferencia entre la explicación y los argumentos finales para que la persona se quede con esa información al final de leer el texto y así tenga en cuenta la idea principal ya sea por ejemplo ya sea que la menciones al principio en el nudo del texto es importante reorganizar toda esa información al final ya sea numéricamente o simplemente que en una idea breve para que la persona se quede con la esencia de lo que explicaste en el párrafo o en el texto entero (E12-5)

1.5 Subcategoría: refutadores

Para redactar los contraargumentos, los estudiantes consideran los hechos y evalúan si su inclusión mantiene la coherencia del texto argumentativo, lo hacen visible utilizando conectores de contraste y lo desarrollan en un párrafo. Pero cuando los contraargumentos les confunde optan por investigar más acerca del tema para sacar sus propias conclusiones.

sí muchas veces si en la medida de lo posible siempre intento que se noten los contraargumentos (E3-3)

eh... sí por ejemplo en el desarrollo de mi texto cuando voy hablando de todo lo que está en mi opinión no? Está... siempre llega una parte en el que digo sin embargo o no obstante ocurre este... que todo lo contrario de lo que estoy diciendo no (E3-3)

sí me parecen interesantes yo creo que sí las considero, si las considero,...si busco una forma de introducirlas pero como le digo nuevamente que tenga coherencia introducir eso en el texto (E7-5)

normalmente escribiría un párrafo respecto a ellas si no.... intentando desacreditarlas, pero dar una especie de expresión de cómo esto no... es demasiado intenso o trascendente para determinar cierta situación porque... a veces bueno yo pienso que.... los puntos más fuertes sin si tú no tienes muchos puntos fuertes este y solo puede rescatar algunas cosas pequeñas no es que no tengas la razón, pero pues te desfavorecen totalmente la situación y estarías no sé sosteniendo un ideal que no se sostiene tampoco por sí mismo (E9-5)

1.6 Subcategoría: conclusión

Para redactar la conclusión del texto argumentativo, los estudiantes retoman los argumentos e ideas que desarrollaron, pueden hacer un breve resumen o pueden dejar mensajes para que el lector reflexione sobre el tema desarrollado y asuma una postura o un cambio de actitud.

en esos casos lo más usual es recapitular no sé por qué me gusta esta palabra, pero recapitulo algunos puntos o ideas que he tocado y doy por finalizado mi posición y alguna si es que hay una pregunta o alguna problemática alguna respuesta a esa problemática y de esa manera finaliza un texto argumentativo o un ensayo (E9-5)

...ahí como que hago un breve resumen de todo lo que he escrito allí es donde termino el tema (E11-5)

suelo tratar de resumir todo el tema que se ha tratado todos los argumentos que he dado a lo largo del texto para poder y dejar un mensaje sencillo a la persona con el que pueda irse después de leer porque normalmente las personas no recuerdan exactamente todo lo que han leído a lo largo del párrafo sino simplemente cosas pequeñas entonces esas cosas pequeñas es importantes dejárselas al final que es lo último que van a leer y que con eso puedan este dar una explicación de lo que ha leído en resumido (E12-5)

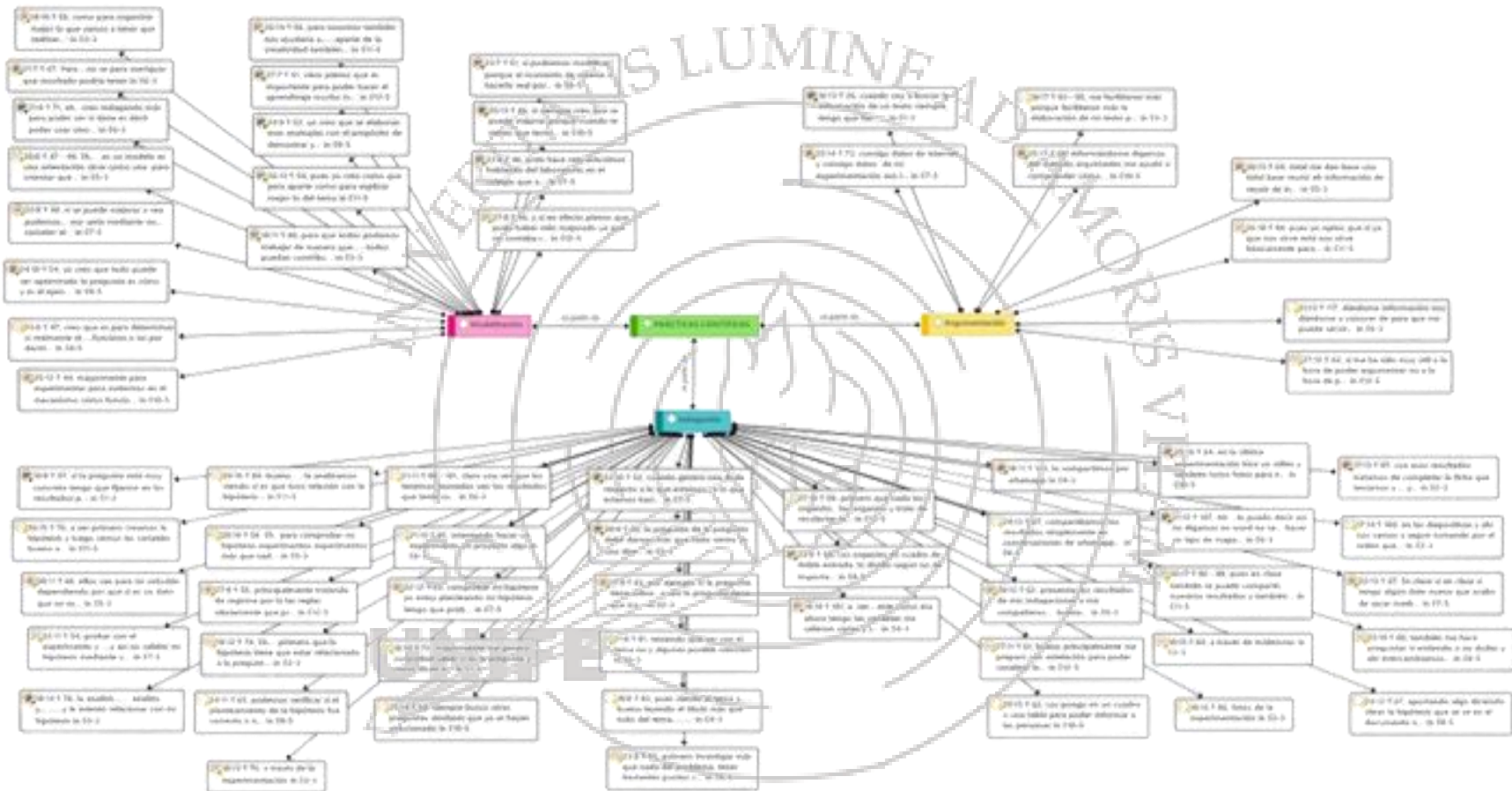
mis textos... me gusta al final hacer reflexionar al lector sobre lo que ha leído hacer que.... piden que piensen que si está haciendo algo mal después de leer esto puede que haya un cambio que busque que busque mejorar que busque o ser más consciente de lo que afecta en el ambiente o en lo que estemos hablando (E7-5)

siempre incluyó partes breves de cada subtema que considero en mi texto y al final doy mi opinión y un mensaje para el lector (E3-3)

En relación con la categoría de argumentación científica, los entrevistados definen el tema antes de iniciar la redacción del texto argumentativo a partir de la búsqueda en fuentes confiables, físicas o virtuales. Además, durante su desarrollo, utilizan argumentos que lo encuentran en sitios web, noticias, información adicional a la propuesta en clase, experiencias de indagación, videos, expertos y en leyes o teorías. Estos argumentos lo desarrollan en párrafos utilizando un lenguaje formal en el que se incluyen los conectores y palabras específicas como adverbios, para enfatizar la tesis. De igual manera, los entrevistados manifiestan que, para redactar los contraargumentos, deben verificar si su inclusión mantiene la coherencia del texto debiendo ser claros y comprensibles, de lo contrario buscan información adicional para generar sus propias conclusiones. Finalmente, para redactar la conclusión del texto argumentativo, los entrevistados manifiestan que resumen los argumentos desarrollados en un párrafo, además de enviar un mensaje a los lectores que les permita reflexionar sobre el tema desarrollado y asumir una postura o un cambio de actitud.

Figura 49

Red semántica a partir de las entrevistas realizadas a los estudiantes respecto a la categoría: Prácticas científicas



Nota. La figura muestra las respuestas significativas por cada subcategoría, en la categoría prácticas científicas. A su vez, cada una está agrupada por similitud de opinión, lo cual permitió a la docente investigadora redactar las respuestas consolidadas.

2.- Categoría: prácticas científicas

2.1 Subcategoría: Modelización

Los estudiantes manifiestan que los modelos científicos pueden ser mejorados y se elaboran para mejorar su eficiencia o funcionalidad cambiando materiales o combinando modelos. Por otro lado; consideran que estos modelos ayudan a la comprensión de los conocimientos, demuestran un fenómeno del entorno, fomentan el pensamiento lógico, a la vez que genera emoción al construirlos y experimentar con ellos.

sí se puede mejorar o sea podemos... eso sería mediante no.... someter el someter al brazo por ejemplo a diferentes a diferentes condiciones ver cómo podría ser más eficiente si es que lo queremos para algo y eso es...así se podría mejorar (E7-5)

yo creo que todo puede ser optimizado la pregunta es cómo y es el ejemplo puedo responder no te imaginas como ese fin te imaginación para dar para dar con una combinación de los modelos (E9-5)

mayormente para experimentar para meternos en el mecanismo cómo funciona de qué está hecho cuáles son los materiales cómo lo debemos aplicar cómo lo debemos usar y experimentar (E10-5)

claro pienso que es importante para poder hacer el aprendizaje mucho más interactivo y obviamente al hacer las cosas por ti mismo aprendes por experiencia y esa experiencia se queda mucho más grabada que la teoría la práctica se graba más que la teoría en mi opinión entonces eso ayuda mucho en el aprendizaje del estudiante (E12-5)

yo creo que se elaboran esas analogías con el propósito de demostrar y demostrar algunos fenómenos que ocurren en nuestro alrededor entre todo explicarlos para no...caer en un pensamiento que no....fuera crítico que no fuera lógico y también demostrar que existen leyes (E9-5)

2.2 Subcategoría: indagación

Para determinar si una pregunta está bien formulada, los estudiantes consideran que esta debe permitir u orientar la experimentación, además debe existir relación con las hipótesis, variables e inclusive con el reto de la sesión. La

estrategia utilizada para comprobar la hipótesis es la experimentación y los resultados obtenidos a partir de esta son analizados a partir de una organización previa. Por otro lado, la socialización de los resultados de la indagación puede darse por diferentes medios como videos, organizadores visuales, WhatsApp, videoconferencias, presentador de diapositivas u procesador de textos utilizando en todo momento un lenguaje formal, sencillo y claro.

bueno.... la analizamos viendo si es que tuvo relación con la hipótesis si es que fue como queríamos que se demuestre si es que cumple con el reto también (E11-5)

Eh... para comprobar mi hipótesis experimentos más que nada es lo mejor que puedo usar porque esta experiencia como dice experimentar es propia (E5-3)

Eh...primero que la hipótesis tiene que estar relacionada a la pregunta y que la pregunta puede tener todas las variables tanto la variable dependiente interviniente e independiente (E3-3)

por ejemplo, si la pregunta tiene sobre...o sea la pregunta tiene que tratar del tema, pero a la vez debe tener relación científica y debe tener relación con el tema en lo que podamos nosotros hacer una investigación (E2-3)

comparábamos los resultados simplemente en conversaciones de *WhatsApp* hasta por *Telegram* y de esa manera pues decimos ey qué piensas de esto o qué crees que me falta o qué es lo que crees que pueda mejorar o cuáles fueron tus resultados como hiciste compartimos experiencias unos a otros (E9-5)

en la última experimentación hice un vídeo y también tomo fotos para expresarlo o para que vean como lo estoy haciendo de qué se trata el tema (E10-5)

aportando algo diciendo ideas la hipótesis que se ve en el documento no fue el original hubo más y nos retroalimentamos unos a otros en los últimos días fuimos donde estuvimos más activos antes de la exposición y lo terminamos todo el documento, pero nos reunimos mediante esta plataforma *Google Meet* y si era posible también del *Zoom* (E9-5)

2.3 Subcategoría: argumentación

Los estudiantes manifiestan que los procesos de indagación y argumentación científica les ha ayudado en la búsqueda de información en diferentes fuentes confiables, en la complementación los resultados obtenidos con la información encontrada en internet, en la comprensión de las leyes y su utilidad y en la presentación de ideas y argumentos de manera escrita.

consigo datos de internet y consigo datos de mi experimentación eso los juntos que por ejemplo los datos que tengo de la experimentación se complementen un poco con lo que he sacado de internet por ejemplo tal efecto tiene [Música] se ve en el brazo por la ley de tal cosa eso podría hacer lo que estoy...lo que hago. (E7-5)

informándome digamos del método Arquímedes me ayudó a comprender cómo funcionaba y cómo podía aplicarlo y el texto argumentativo para aplicar en el texto argumentativo dándome una idea o exponiendo mi idea a través de las palabras (E10-5)

sí me ha sido muy útil a la hora de poder argumentar no a la hora de poder explicar con más claridad no más sería más claridad más seguridad a la hora de poder hablar sobre los datos recolectados y como eso apoyan mi punto de vista porque así se lo que he hecho y entiendo mejor lo que necesito de eso para poder hacer mi texto argumentativo porque a veces uno puede este también buscar información al respecto y te habla tú puedes ver este como por así decirlo..... (E12-5)

En relación con la categoría de prácticas científicas, se ha encontrado que los entrevistados elaboran modelos científicos para comprender mejor los conocimientos y los fenómenos que ocurren en el entorno, para desarrollar su pensamiento lógico al mismo tiempo que les genera cierto grado de emoción por experimentar dicha elaboración. Asimismo, consideran que estos modelos pueden ser mejorados a nivel del tipo de material utilizado mejorando su eficiencia o funcionalidad. Por otro lado, los entrevistados consideran que es necesario que la pregunta de indagación oriente la experimentación y se establezca una relación con la hipótesis, variables y reto de la sesión.

Igualmente, se ha encontrado que los entrevistados realizan dos niveles de socialización: al interior de sus grupos a través de debates en videoconferencias y otra en la sesión de clase, a través de diferentes herramientas tecnológicas (videos, organizadores visuales, presentador de diapositivas, procesador de textos, entre otros). Finalmente, los entrevistados reconocen que la indagación y argumentación científica les ha permitido desarrollar habilidades de búsqueda de información en fuentes confiables, contrastar sus resultados con la información de estas fuentes confiables, comprender el tema y su aplicación, así como redactar textos argumentativos.

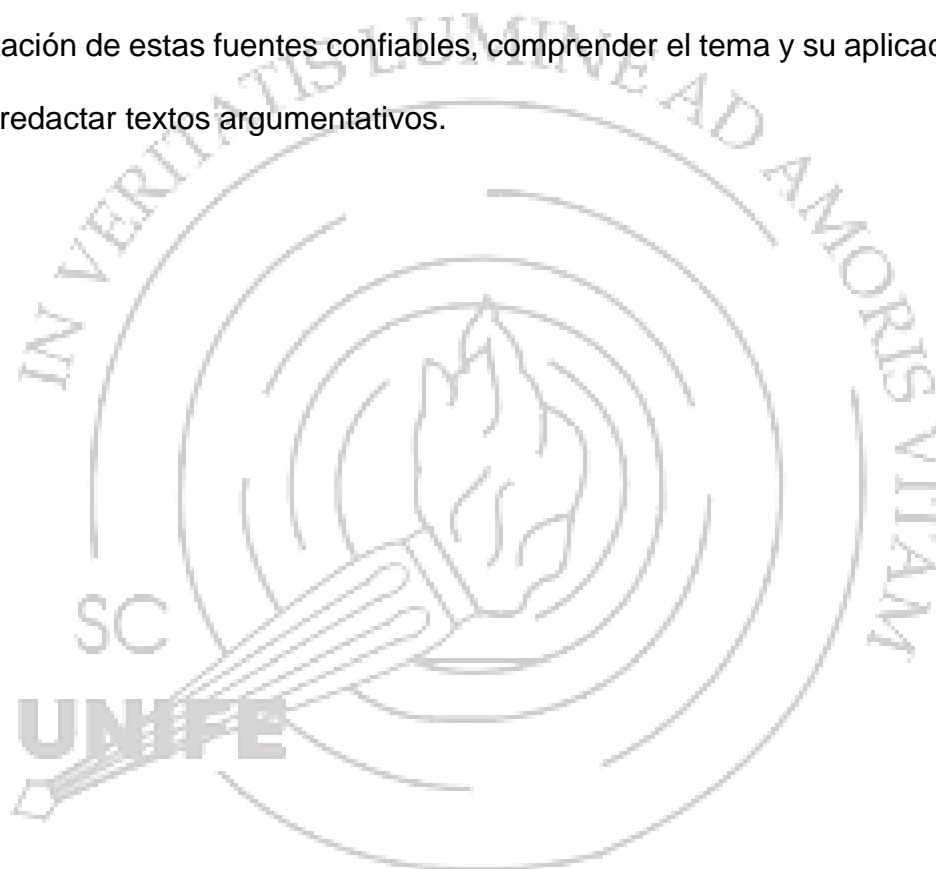
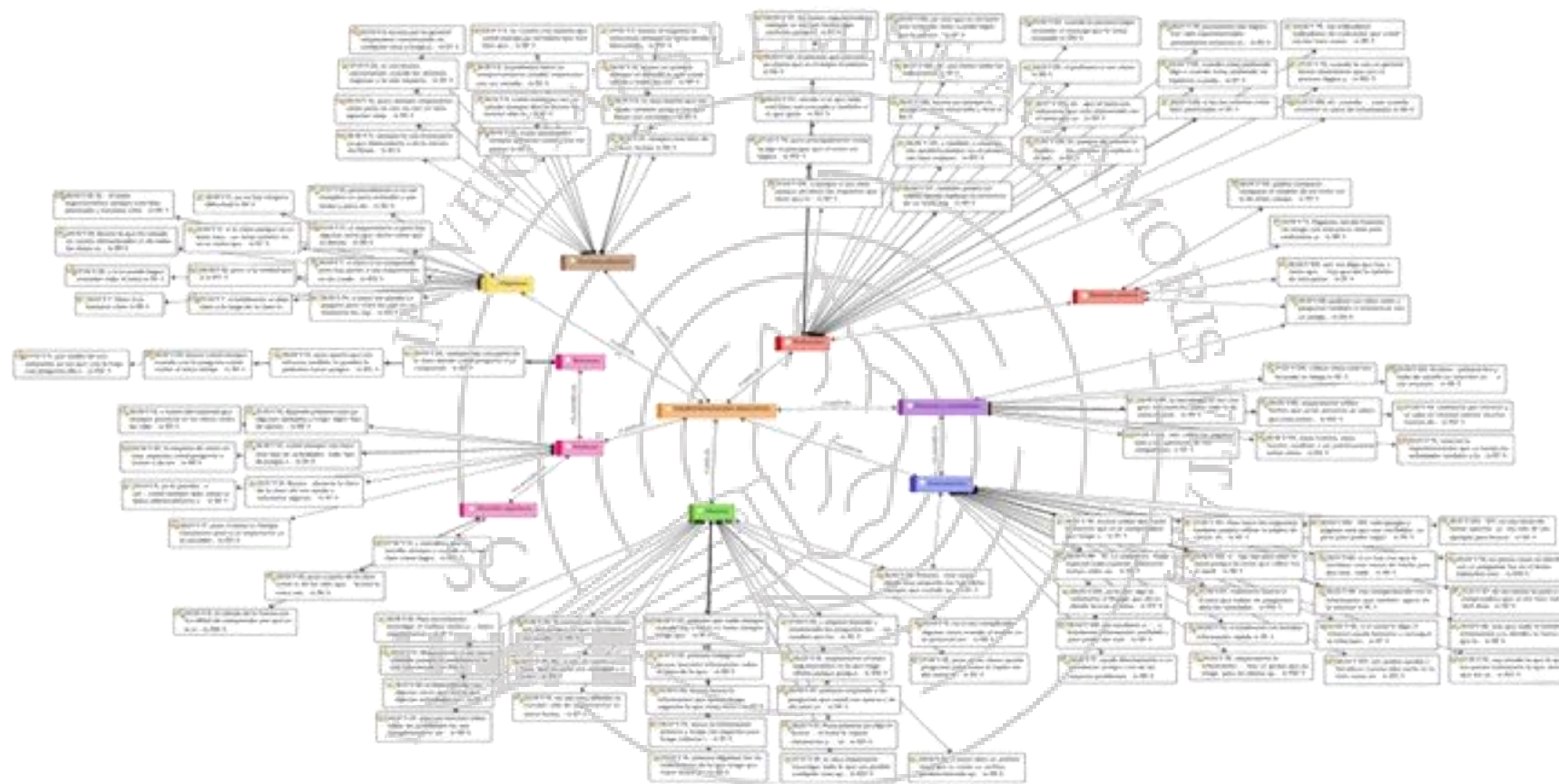


Figura 50

Red semántica a partir de las entrevistas realizadas a los estudiantes respecto a la categoría: Neurotecnología educativa



Nota. La figura muestra las respuestas significativas por cada subcategoría, en la categoría neurotecnología educativa. A su vez, cada una está agrupada por similitud de opinión, lo cual permitió a la docente investigadora redactar las respuestas consolidadas.

3.- Categoría: neurotecnología educativa

3.1 Subcategoría: contextualización

Los estudiantes manifiestan que la docente, al inicio, establece un vínculo de respeto y amabilidad a través del saludo y luego presenta las actividades a desarrollar, en diapositivas, tutoriales y en el aula virtual. De esta manera, se sienten predispuestos a aprender porque además les gusta la ciencia.

bueno por lo general empezamos conversando no cualquier cosa y luego pasamos a a la actividad de las fichas de la clase qué de los cuales nos enseña por lo que estamos estudiando el momento lo que generalmente está en el *Google Classroom* y así empezamos (E7-5)

siempre lo veo interesante ya que básicamente a mí la ciencia me llama la atención siempre me ha dado curiosidad mucho la ciencia (E1-3)

la profesora tiene un comportamiento amable respetuoso con sus estudiantes siempre se preocupa por cómo se encuentren no? siempre pregunta cómo están y... siempre trata de dar a entender mejor lo que lo que trata de decir cada vez que hace sus clases para que todos puedan entender (E3-3)

bueno al respecto la estructura siempre se inicia dando la bienvenida a los alumnos por así decirlo rompiendo el hielo siempre creando un ambiente en común saludando o preguntando cómo se encuentran para luego iniciar la clase para que los alumnos estén más relajados y dispuestos a entender o aprender (E12-5)

3.2 Subcategoría: objetivos

La mayoría de los estudiantes manifiestan que comprenden el propósito de la sesión porque es preciso y se relaciona con eventos del entorno; sin embargo, algunos logran comprender con dificultad y con ayuda de los materiales que proporciona la docente en el aula virtual.

sí claro si se comprende, pero hay partes o sea mayormente en los cuadros eso se dice un poquito es difícil de comprenderlo porque.... en si es complicado entender y bueno uno también se pierde tengo que estar buscando ideas a través de YouTube estas cosas, pero si se comprenden (E10-5)

si es claro porque es un tema muy...un tema conciso no.... no es como que muy general estamos abarcando un tema por ejemplo si estamos abarcando la contaminación que genera el plástico hablamos de eso no... no se expande mucho más a otras cosas (E7-5)

Si... el texto argumentativo siempre está bien planteado y tenemos referencia de qué es lo que se busca en el texto en la zona de la autoevaluación nos dice los factores se van a evaluar (E5-3)

Bueno lo que he notado en común denominador es de todas las clases es que nos incita a pensar y para tener un pensamiento lógico para relacionar algunas algunos eventos o variables o cualquier cosa que esté pasando a nuestro alrededor (E9-5)

3.3 Subcategoría: profesor

Un grupo de estudiantes manifiesta que la docente les ayuda a lograr el propósito de la sesión cuando les brinda retroalimentación en los textos argumentativos y al proponer actividades interactivas de refuerzo. Sin embargo, otro grupo manifiesta que lo logran cuando la docente repite el tema o lo refuerza con ejemplos, cuando brinda información adicional y cuando responde de manera oportuna a sus inquietudes.

usted siempre nos hace este tipo de actividades, todo tipo de juegos como el *Kahoot* que básicamente vamos a reforzar a nuestros aprendizajes, algo que siiiii refuerza el aprendizaje que tuvimos en la clase (E1-3)

Bueno...durante la clase de la clase ahí nos ayuda a solucionar algunas dudas que tengamos por ejemplo cuando deja los textos argumentativos he visto que me suele dejar comentarios de que le pareció que es lo que podría mejorar (E7-5)

yo lo percibo...a ver...usted siempre deja cómo se llama adicionalmente archivos para desarrollar la tarea deja lecturas vídeos hasta enlaces de páginas donde nos ayudamos con ejercicios y ejemplos y otro tipo de cosas tutoriales eso me ayuda adicionalmente deja un correo para a poder preguntar si falta algo o no incluyendo el grupo de apoyo en ese caso yo no tengo problemas porque las soluciones están así que eso realmente me sirve a mí y yo puedo acceder no tengo problema, no falta nada (E8-5)

pues si toma su tiempo claramente, pero si es importante yo lo considero importante porque también nos ayuda a repasar lo aprendido y pues también nos ayuda realiza mejores textos cada vez y cómo usted nos los revisa pues también nos ayuda porque en la universidad nos van a preguntar también lo de hacer los textos (E11-5)

3.3.1. Subcategoría emergente: refuerzo

Los estudiantes reconocen lo importante y necesario que resulta que la docente refuerce la información brindada y que se convierte en una oportunidad para profundizar sobre él, a partir de algunas preguntas:

siempre hay una parte de la clase donde usted pregunta si ya comprendieron y entendieron el tema y muchas veces eh...o sea sí sí se entiende el tema, pero muchas veces después llegó un momento en el que me olvido por las otras áreas (E3-3)

pues aparte que nos refuerza también le pueden...le podemos hacer preguntas y usted pues...nos explica de nuevo y eso es muy importante (E11-5)

bueno usted siempre cuando uno le pregunta usted vuelve al tema siempre y lo vuelve a explicar y yo creo que también hay niños que no hablan y lo entienden después de que alguien se atrevió a decir que no entendí esa parte que logró explicar (E4-3)

por medio de una aclaración ya sea que uno le haga una pregunta ella repite la lección puede incluso hasta utilizar información extra que tenga ya sea por ejemplo los *ppt* que envía por el *Google Classroom* son información extra aparte de lo que dice en clases que también nos ayudan a poder entender algún punto en específico (E12-5)

3.3.2 Subcategoría emergente: atención oportuna

Los estudiantes expresan que la ayuda de la docente favorece la comprensión de la información y a alcanzar los objetivos propuestos:

...y considero que es sencillo siempre y cuando se tenga claro cómo lograr el objetivo incluso si no se tiene claro como ya he mencionado antes siempre se puede acudir a la profesora para disipar cualquier duda que se tenga y ella siempre está allí para ayudarnos a lograr de entender cómo conseguir ese objetivo y nos facilita esa tarea (E12-5)

pues a parte de la clase usted es de las miss que.... bueno la única miss que siempre veo está pendiente respondiendo mensajes hasta da

respuestas rápidas al *WhatsApp* tenemos el *WhatsApp* personal de usted y usted está casi siempre activa y nos da una respuesta rápida no es como algunos profesores que responden a los días (E5-3)

el cálculo de la fuerza eso fue difícil de comprender por qué en la clase creo que no se explicó tanto cómo medir la fuerza como teníamos que medir la fuerza de nuestro dedo prácticamente y creo que no se explicó tanto ese punto, pero cuando yo le pregunto a usted por *WhatsApp* si logré comprender la última vez cuando hicimos el brazo mecánico me explicó muy bien y lo entendí también le expliqué a mis compañeros de paso (E10-5)

3.4 Subcategoría: alumno

Los estudiantes manifiestan que las actividades propuestas por la docente son posibles de ser realizadas, además se sienten motivados por la indagación y les gusta los temas de ciencias. De igual manera, los estudiantes tienen una estrategia para la redacción de los textos argumentativos la cual pasa por la búsqueda de información, elaboración de un esquema y/o primer borrador. Sin embargo, algunos reconocen que les cuesta entender bien el propósito de la actividad ya sea porque es compleja o porque se necesita del conocimiento de otras áreas.

Para mí esteeee... investigar el realizar textos y.... hacer experimentos no es un problema para mí ya que eso al contrario me encanta realizar como tema como buscarte...quiero decir como busco información y de esa información aprendo y con mis propias palabras voy redactando un texto.... (E1-3)

Eh... a ver...en teoría si fuera fácil no sería una actividad y si fuera difícil tampoco sería una actividad, una actividad debe ser algo que nos exija y nos pida un poco de.... de redacción y pensar lo que usted nos ha explicado porque en teoría simplemente la clase está ahí tenemos sustentos experimentos que nos aportan a saber qué es lo que se está buscando, pero de todas maneras nosotros a veces lo aumentamos un ultra y eso es lo que se busca en el texto argumentativo y si la verdad me parece el objetivo está fácil de conseguir, pero la trayectoria es me parece perfecta porque no es muy fácil ni muy difícil (E5-3)

no son muy difíciles es cuestión sólo de experimentar en cierta forma cuando se hacen esas actividades se sientes como la pasión de

experimentar de descubrir cosas nuevas y no si me siento cómodo haciendo las actividades (E7-5)

primero que nada, siempre cuando voy a hacer un texto siempre tengo que abarcar en el tema tengo que buscar información en libros cuadernos revista o en la misma internet y luego de ahí las ideas principales sobre el tema las anotó en un cuaderno (E1-3)

primero indagó no? buscar bastante información sobre el tema de lo que se trata luego trato de hacer un borrador para.... Para...o sea... termino el borrador y lo leo todo y veo si hay algún tipo de error o está bien y luego que ya veo que....más o menos.....está hay...un.....hay una buena redacción...si se puede decir así....lo paso a hoja en blanco (E6-3)

primero digamos leo las indicaciones de lo que tengo que hacer busco páginas con el tema mejor dicho donde expliquen un poco y más o menos leer bastante respecto de eso y poder saber más o menos claro lo que tengo que hacer luego después establezco la estructura de lo que voy a hablar por ejemplo si hablo de un tema en sí, su definición, con características más o menos si implica una que otra solución o consejo o idea eso más o menos y una conclusión al respecto y también ejemplos....bueno así es como lo establezco y de ahí empiezo a escribirlo.....sigo complementando,.....hago un borrador...lo vuelvo a leer.....a veces le enseño a mi papá....para ver si lo entiende o no...si le parece o no...si está claro o no y de ahí lo envío (E8-5)

mayormente el texto argumentativo es lo que hago último porque necesito recolectar información de las anteriores actividades (E10-5)

primero respondo a las preguntas que usted nos aporta y de ahí sacó un pequeño borrador mental (E5-3)

3.5 Subcategoría: instrumentos

Los estudiantes manifiestan que utilizan herramientas tecnológicas para elaborar esquemas y buscar información para redactar su texto argumentativo; utilizan los simuladores, sitios web para ayudarse con la indagación científica, los aplicativos para buscar modelos científicos; y otras herramientas propias para organizar información.

yo lo que sigo es solamente el Google que ahí es donde buscas el tema y de ahí se puede sacar más información que ayude a realizar el texto, pero de ahí otro otra aplicación o algo no utilizo. El *Google Classroom* que es donde se suben los documentos y que eso me podría ayudar (E11-5)

Para hacer los esquemas también podría utilizar la página de *Canva* ahí te ayuda bastante (E2-3)

realmente bueno si tuviera que hablar de programas diría los simuladores que son los que me han ayudado a salir de varios aprietos para poder realizar los experimentos y en ese sentido si me ha hecho muy útil así hablando de programas en específico, pero así de otro tipo no,.. no he utilizado ningún otro programa la mayoría bueno de cosas que hago lo hago es por medio de la información que recolectó y a lo largo de la web (E12-5)

mayormente la información.....hay un grupo que yo tengo para mí mismo que es donde yo anoto...digamos es un blog de notas ya en ese blog de notas tengo accesos de mi teléfono a la computadora y de la computadora mi teléfono y pues al redactar el texto puedo pasar así la información a cualquier lado (E10-5)

sí un hay uno que lo escribías unos meses de hecho pero que más nada sirve como organizador para todo para todo y adicionalmente te permite hacer notas, esquemas incluso poner o colocar enlaces y guardarlos ahí para poder conectarte a la página se llama *Notion* (E8-5)

no soy tanto de tomar apuntes...soy más de por ejemplo para buscar una información divido la pantalla pongo el *Google* acá y el *Word* acá o sea claro es cómo dividir la pantalla mitad y mitad lo voy abriendo una página en una pestaña busco la información y lo tengo ahí o sea lo voy escribiendo y después veo y digo a ya que es esto abro otra pestaña y lo voy buscando por eso así me pierdo un poquito, pero tengo todas las pestañas abiertas y retrocedo entiendo y tengo todo ahí...así hago siempre (E4-3)

en pocos casos en donde usé un programa fue en el brazo hidráulico mecánico que hicimos ya yo no sabía cómo comenzar ese brazo así que indagué por mi celular en *Play store* y vi algunas aplicaciones y había una aplicación que no recuerdo el nombre exactamente, pero una aplicación era trataba de mecatrónica y ahí te enseñan los distintos modelos de brazos mecánicos que ya existen y su funcionalidad cómo se construía y eso y algunas páginas sitio web también (E10-5)

3.6 Subcategoría: procesos y actividades

Los estudiantes manifiestan que la información necesaria para sus textos argumentativos y actividades de indagación lo trabajan a partir de la información de la clase, de los resultados de sus experimentos, de las ayudas recibidas de

los amigos o de un familiar y de la información obtenida de fuentes confiables de internet.

la tecnología es fue una gran herramienta sobre todo la de comunicación porque de acuerdo con eso se publicaron plataformas o *Telegram WhatsApp, Edmodo*, nuestra anterior plataforma para actividades *Google Classroom, Zoom* y otras y nos ayuda de manera directa (E9-5)

sólo utilice las páginas web y las opiniones de mis compañeros. (E2-3)

mayormente utilizo hechos que ya las personas ya saben que está correcto no me voy al lado complicado donde tengo que validar las hipótesis tan claramente que está tan fuerte utilizo hechos que ya existen (E10-5)

otras fuentes, otras fuentes vendrían a ser prácticamente serían otros resultados de los experimentos (E4-3)

realmente por internet y se sabe en internet existen muchas fuentes de información obviamente nunca me apego a una sola, sino que busco varias no solamente para tener distintos puntos de vista sino también para entender y corroborar si lo que se dice en una es correcto lo cual es muy importante saber si la información de la que está basándote es verídica (E12-5)

podrían ser sitios webs y preguntar también o interactuar con un amigo un familiar (E4-3)

3.7 Subcategoría: evaluación

Los estudiantes manifiestan que son claros los criterios de evaluación, tanto del texto argumentativo como de las actividades de indagación; además expresan diferentes maneras de comprobar su evolución en ambos procesos, como saber si el lector comprende el mensaje, si responde a los criterios que se solicitan, cuando responde a un proceso lógico, si el texto argumentativo lleva a realizar una indagación científica, entre otros.

los textos argumentativos siempre se me han hecho algo confusos porque siempre he pensado que es como una exposición, pero después he dado a entender que no es una exposición en sí sino que es un texto de información de un específico tema agregando argumentos conclusiones y una tesis. (E1-3)

pues principalmente como lo dije al principio que el texto sea lógico que tenga congruencia de entre párrafos y entre argumentos que no se contradiga que no tenga información redundante tampoco y obviamente pues que la información que utilizo sea verídica no....no vaya a ser que utilice información falsa o información misma que yo asumo y resulta que es falsa entonces eso le quita este.... fuerza al texto argumentativo y me hace ver que tiene cosas que mejorar o tengo cosas que ajustar (E12-5)

sí porque o sea claro porque ahí dicen los requisitos que debe tener el texto argumentativo y ahí tenemos que ir viendo si el nuestro texto está llevando a eso o no por ejemplo también hay otro cuadro que dice de los errores ortográficos y muchas veces también como que se presenta.... a veces también mis textos argumentativos creo que ha tenido errores ortográficos y para eso es el cuadro para que lo leamos y tratar de mejorarlo (E2-3)

bueno yo siempre lo pongo en inicio desarrollo y final (E4-3)

eh...que el texto sea coherente que esté relacionado con el tema que se usen conectores también...eh.....que tenga la coherencia cohesión que tenga fundamentos científicos y los contraargumentos también (E3-3)

cuando lo veo en general busco obviamente que sea un proceso lógico y que realmente tenga un propósito que no sea una hipótesis muy simplona que uno mismo hasta pueda deducir la respuesta, sino que realmente despierta interés y que la respuesta sea algo que busque el lector (E12-5)

3.7.1 Subcategoría emergente: revisión externa

Los estudiantes generan sus propias estrategias para evaluar la calidad de sus producciones, además de las que la docente les propone:

podría comparar.... comparar el modelo de mi texto con la de otros compañeros por ejemplo (E3-3)

Digamos siendo honesta no tengo una estructura clara para evaluarme, pero usualmente hay veces que como le he dicho le he mencionado que se lo he dado a algún familiar que lo lea (E8-5)

por eso digo que hay a veces que.....hay que dar la opinión de otra persona ya que uno no piensa igual que otro por ejemplo este....xxxxxx envió por ejemplo.... mandó su texto argumentativo y nosotros le dimos la opinión sobre ello para que le vaya agregando más cosas o incluso vaya modificando un poco el texto para que éste sea más entendible para otras personas (E1-3)

podrían ser sitios webs y preguntar también o interactuar con un amigo un familiar (E4-3)

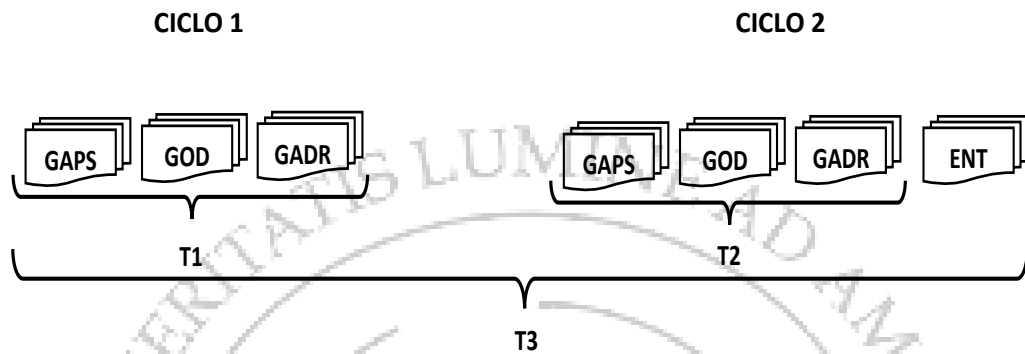
En relación con la categoría de Neurotecnología educativa, se ha encontrado que los entrevistados reconocen que desde el inicio de la sesión se genera un ambiente favorable para el desarrollo de las actividades, estableciéndose un vínculo de respeto y amabilidad entre ellos y la docente, lo cual refuerza su predisposición hacia el aprendizaje de las ciencias. Asimismo, algunos entrevistados manifiestan que comprenden el propósito de la sesión dado que está relacionado al contexto y que las actividades propuestas son posibles de ser realizadas, lo cual refuerza su motivación y gusto por la ciencia. De igual manera, otro grupo de entrevistados manifiestan que, para comprender mejor la actividad y el propósito de la sesión, necesitan revisar los materiales compartidos en el aula virtual. En cualquiera de los casos, la docente les brinda orientación oportuna, ya sea repitiendo el tema, realizando actividades interactivas de refuerzo o compartiéndoles información adicional a través del aula virtual. En el caso de los textos argumentativos, consideran importante la retroalimentación de la docente, así como los aportes de algún compañero(a) de clase y/o un familiar que conozca del tema. Además, los entrevistados explican que pueden incluso recurrir a sus propias estrategias como revisar los resultados de sus indagaciones, las explicaciones de la clase o la información en fuentes confiables. Respecto a los instrumentos, los entrevistados utilizan las herramientas tecnológicas como simuladores, herramientas de *Office*, aplicativos, sitios web, herramientas tecnológicas *on line*, entre otros. Finalmente, respecto a la evaluación, manifiestan que pueden guiarse de las rúbricas o aplicar algunos criterios establecidos en clase.

4.2.4 Reflexión

a.- Tercera triangulación (T3)

Figura 51

Proceso de la tercera triangulación



Nota. Elaboración propia extraído de la ruta de presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la tercera triangulación que abarcan los resultados de ambas iteraciones. A continuación, se presenta la matriz de la tercera triangulación en la cual se relacionan los resultados de las dos triangulaciones anteriores con el resultado de las entrevistas.

Tabla 25

Matriz de la tercera triangulación

CAUSAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	PRIMERA TRIANGULACIÓN	SEGUNDA TRIANGULACIÓN	RESULTADOS TRIANGULACIÓN DE ENTREVISTAS	TERCERA TRIANGULACIÓN
Limitado conocimiento de las habilidades que comprenden las prácticas científicas.	Conocer las habilidades que comprenden las prácticas científicas.	ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA	En relación con la categoría de argumentación científica, la docente planifica y ejecuta acciones para que los estudiantes puedan redactar un texto argumentativo considerando elementos como la tesis y argumentos a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables, utilizando terminología científica, leyes y/o teorías científicas, ejemplos, evidencias y formulando conclusiones relacionadas al tema desarrollado para exhortar al lector hacia un cambio de actitud o una postura. No obstante, durante la observación de la sesión de clase no se ha logrado observar con claridad que la docente brinda las orientaciones para el uso de calificadores	En relación con la categoría de argumentación científica, la docente planifica y ejecuta acciones para que los estudiantes redacten un texto argumentativo científico. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que les explica sus características como el planteamiento de la tesis, que incluye la opinión del redactor y refuerza que su redacción debe ser clara, precisa y coherente; el uso de adverbios para enfatizarla; los fundamentos, que pueden ser extraídos de fuentes confiables, de los resultados de sus indagaciones científicas, de los testimonios, de las citas de expertos, de los datos estadísticos y de las	En relación con la categoría de argumentación científica, los entrevistados definen el tema antes de iniciar la redacción del texto argumentativo a partir de la búsqueda en fuentes confiables, físicas o virtuales. Además, durante su desarrollo, utilizan argumentos que lo encuentran en sitios web, noticias, información adicional a la propuesta en clase, experiencias de indagación, videos, expertos y en leyes o teorías. Estos argumentos lo desarrollan en párrafos utilizando un lenguaje formal en el que se incluyen los conectores y palabras específicas como adverbios, para enfatizar la tesis. De igual manera, los entrevistados manifiestan que, para redactar los	Respecto a la categoría de argumentación científica se concluye que la docente investigadora logra el propósito de que los estudiantes redacten un texto argumentativo siguiendo el modelo de Toulmin, evidenciándose en las expresiones de los estudiantes como la definición del tema a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables, la redacción de argumentos a partir de experiencias de indagación e información científica y la elaboración de conclusiones a partir de un resumen de sus argumentos acompañados de un mensaje motivador al lector. Asimismo, comprende la importancia de la planificación y ejecución de actividades para desarrollar las

modales (adverbios) para enfatizar la tesis, ni realiza acciones puntuales para redactar un contrargumento. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que solo llega a mencionar su importancia, pero no profundiza en su redacción.

leyes científicas. A esto se suma que, durante el desarrollo de la sesión, se observó que la docente indica que se debe redactar, en lo posible, un contraargumento y que las conclusiones se vinculen con el tema desarrollado.

contraargumentos, deben verificar si la inclusión mantiene la coherencia del texto y deben ser claros y comprensibles, de lo contrario buscan información adicional para generar sus propias conclusiones. Finalmente, para redactar la conclusión del texto argumentativo, los entrevistados manifiestan que resumen los argumentos desarrollados en un párrafo, además de enviar un mensaje a los lectores que les permita reflexionar sobre el tema desarrollado y asumir una postura o un cambio de actitud.

habilidades de la redacción de textos argumentativos. Por su parte, los estudiantes logran comprender y aplicar la estructura propuesta para el texto argumentativo consolidando la idea de que los procesos de indagación científica se relacionan con la argumentación. Sin embargo, la docente investigadora debe seguir investigando sobre la aplicación de diferentes estrategias para lograr que los estudiantes incluyan calificadores modales y contraargumentos en sus textos argumentativos con el propósito de mejorar la calidad de su redacción.

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

En relación con la categoría de prácticas científicas la docente planifica y ejecuta estrategias para que los estudiantes desarrollen las habilidades de indagación científica (planteamiento de preguntas e hipótesis de indagación, la identificación de variables,

En relación con la categoría de prácticas científicas, la docente planifica y ejecuta acciones para que los estudiantes elaboren sus modelos científicos, para desarrollar las habilidades de la indagación científica, para que elaboren textos argumentativos a partir de

En relación con la categoría de prácticas científicas, se ha encontrado que los entrevistados elaboran modelos científicos para comprender mejor los conocimientos y los fenómenos que ocurren en el entorno, para desarrollar su pensamiento lógico al

Respecto a la categoría prácticas científicas se concluye que la docente investigadora logra el propósito de que los estudiantes elaboren modelos científicos para comprender fenómenos de su entorno; que desarrollen las habilidades de la indagación científica,

el registro adecuado de los datos y la explicación de resultados contrastando con la teoría) y la redacción de textos argumentativos científicos a partir de los resultados de sus indagaciones, todo desarrollado en el marco de un ambiente favorable para el diálogo y la discusión de ideas. No obstante, durante el desarrollo de la sesión de clase no se ha logrado observar con precisión el uso de una estrategia para que los estudiantes elaboren y socialicen sus modelos científicos, ya que solo se realiza una explicación general del mismo. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, solo menciona que se dan las indicaciones para su elaboración.

los resultados de sus indagaciones y para que socialicen sus productos en un ambiente favorable para el diálogo y discusión de las ideas. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que les explica, con ayuda de videos, la elaboración del modelo científico o sugiere el uso de simuladores; les orienta, a partir de repreguntas, la ruta a seguir en sus indagaciones científicas; les orienta a utilizar las conclusiones de sus indagaciones como argumentos del texto argumentativo y les genera espacios virtuales para la socialización de sus productos.

mismo tiempo que les genera cierto grado de emoción por experimentar dicha elaboración. Asimismo, consideran que estos modelos pueden ser mejorados a nivel del tipo de material utilizado mejorando su eficiencia o funcionalidad. Por otro lado, los entrevistados consideran que es necesario que la pregunta de indagación oriente la experimentación y se establezca una relación con la hipótesis, variables y reto de la sesión. Igualmente, se ha encontrado que los entrevistados realizan dos niveles de socialización: al interior de sus grupos a través de debates en videoconferencias y otra en la sesión de clase, a través de diferentes herramientas tecnológicas (videos, organizadores visuales, presentador de diapositivas, procesador de textos, entre otros. Finalmente, los entrevistados reconocen que la indagación y

sobre todo la problematización de la situación; que apliquen estrategias y recursos tecnológicos para la socialización de sus resultados; y que redacten textos argumentativos. Esto se evidencia en las expresiones de los estudiantes como la posibilidad de desarrollar el pensamiento lógico, experimentar emoción al realizar los experimentos y construcción de los modelos, la comprensión del tema y el desarrollo de habilidades de búsqueda de información. Asimismo, comprende la importancia de la planificación y ejecución de actividades para desarrollar las habilidades de la indagación científica. Por su parte, los estudiantes logran desarrollar las habilidades para la modelización, indagación y argumentación. Sin embargo, la docente investigadora debe seguir investigando sobre estrategias para consolidar

					argumentación científica les ha permitido desarrollar habilidades de búsqueda de información en fuentes confiables, contrastar sus resultados con la información de estas fuentes confiables, comprender el tema y su aplicación, así como redactar textos argumentativos.	otras habilidades de indagación como el registro y el análisis de los datos e información.
Limitado uso pedagógico o de recursos tecnológicos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.	Utilizar de manera pedagógica los recursos tecnológicos para desarrollar las prácticas científicas.	NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA	En relación con la categoría neurotecnología educativa la docente planifica y ejecuta una secuencia metodológica que incluye presentar la situación significativa, el propósito y producto de la sesión, partir de los saberes previos, presentar los recursos en un entorno virtual y promover una estrategia para redactar los textos argumentativos manteniendo a los estudiantes mentalmente activos. No obstante, durante el desarrollo de la sesión de clase no se ha observado con claridad las orientaciones brindadas por la docente respecto al diseño de nuevas	En relación con la categoría de neurotecnología educativa, la docente planifica y ejecuta acciones para comunicar la situación significativa y el propósito de la sesión; para que se desarrollen los procesos de indagación y argumentación científica con una actitud favorable; para utilizar adecuadamente los recursos tecnológicos y para realizar momentos de metacognición sobre los procesos de indagación y argumentación científica. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que al	En relación con la categoría de neurotecnología educativa, se ha encontrado que los entrevistados reconocen que desde el inicio de la sesión se genera un ambiente favorable para el desarrollo de las actividades, estableciéndose un vínculo de respeto y amabilidad entre ellos y la docente, lo cual refuerza su predisposición hacia el aprendizaje de las ciencias. Asimismo, algunos entrevistados manifiestan que comprenden el propósito de la sesión dado que está relacionado al contexto y	Respecto a la categoría neurotecnología educativa se concluye que la docente investigadora logra que los estudiantes participen de sesiones de aprendizaje siguiendo una secuencia metodológica que les permita desarrollar habilidades de indagación y argumentación científica con el uso pedagógico de los recursos tecnológicos. Esto se evidencia cuando los estudiantes expresan que se genera un ambiente favorable durante la sesión, lo cual les permite comprender el propósito y las actividades a realizar manteniendo siempre una disposición favorable hacia el aprendizaje de las

indagaciones, ni la generación de espacios de evaluación de los procesos de diseño de los modelos y argumentación científicos. Esto se confirma cuando la docente, en su reflexión sobre su sesión de aprendizaje, indica que solo se generan estos espacios para socializar los modelos científicos mas no para una evaluación en base a criterios establecidos, a diferencia del caso de los textos argumentativos en los que sí se da la reflexión sobre su proceso de redacción.

inicio de la sesión se presenta la situación significativa, el propósito, el reto y el producto de la sesión; se explica el modelo de Toulmin para la redacción de textos argumentativos y se enfatiza la generación de una pregunta de indagación para desarrollar la indagación científica; se explican y utilizan diferentes recursos tecnológicos *on line* y un entorno virtual para compartir los recursos y cuando se generan espacios para socialización y la reflexión sobre los procesos de redacción de los textos argumentativos y procesos de indagación científica a partir de criterios compartidos.

que las actividades propuestas son posibles de ser realizadas, lo cual refuerza su motivación y gusto por la ciencia. De igual manera, otro grupo de entrevistados manifiestan que, para comprender mejor la actividad y el propósito de la sesión, necesitan revisar los materiales compartidos en el aula virtual. En cualquiera de los casos, la docente les brinda orientación oportuna, ya sea repitiendo el tema, realizando actividades interactivas de refuerzo o compartiéndoles información adicional a través del aula virtual. En el caso de los textos argumentativos, consideran importante la retroalimentación de la docente, así como los aportes de algún compañero(a) de clase y/o un familiar que conozca del tema. Además, los entrevistados explican que pueden incluso recurrir a sus propias estrategias como revisar los

ciencias; que se comprende mejor cuando reciben la retroalimentación a sus producciones por parte de la docente, o cuando revisan los recursos compartidos en el aula virtual. Asimismo, la docente investigadora comprende la importancia de seguir una secuencia metodológica utilizando recursos tecnológicos. Por su parte, los estudiantes logran desarrollar las habilidades de las prácticas científicas apoyados del uso de los recursos tecnológicos. Sin embargo, la docente investigadora debe seguir investigando sobre estrategias para la evaluación de los productos de los estudiantes.



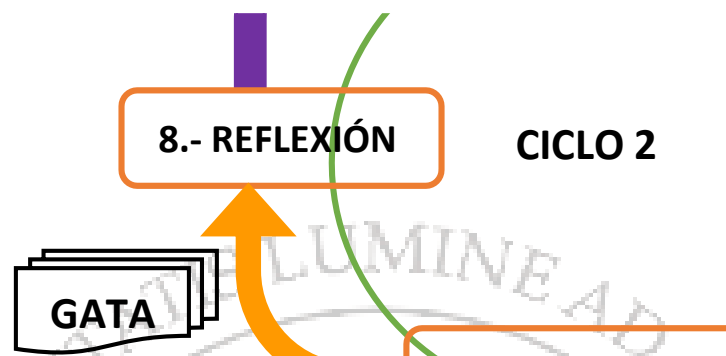
resultados de sus indagaciones, las explicaciones de la clase o la información en fuentes confiables. Respecto a los instrumentos, los entrevistados utilizan las herramientas tecnológicas como simuladores, herramientas de Office, aplicativos, sitios web, herramientas tecnológicas *on line*, entre otros. Finalmente, respecto a la evaluación, manifiestan que pueden guiarse de las rúbricas o aplicar algunos criterios establecidos en clase.

Nota: La tabla muestra la contrastación entre la primera y segunda triangulación con el resultado de las entrevistas por cada categoría y que da como resultado la precisión de aspectos comunes y diferentes que le servirá a la docente investigadora para tomar decisiones e iniciar un nuevo ciclo en la investigación - acción. Finalmente, las dos primeras categorías responden al primer objetivo específico del plan de acción y dan solución a la primera causa del problema. De la misma manera, la tercera categoría responde al segundo objetivo específico del plan de acción y da solución de la segunda causa del problema.

b.- Guía de análisis de los textos argumentativos – 2ª versión (GATA)

Figura 52

Cuarta etapa de la segunda iteración: reflexión



Nota. Elaboración propia extraída de la ruta de la presentación de resultados.

En esta imagen se muestra la cuarta etapa de la segunda iteración que corresponde a la reflexión. En esta etapa se reflexiona acerca de las mejoras alcanzadas en la experiencia docente y que se corrobora con dos producciones escritas de los estudiantes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de la revisión de dos textos argumentativos aplicando la guía de análisis correspondientes. Se han seleccionado las dos mejores producciones por cada estudiante respecto a la producción inicial.

Tabla 26

Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 1

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.1 – 3		TA4.1 - 3	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
		Se han utilizado términos científicos.	X		X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X		X	
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X		X	
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X		X	
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.	X		X	
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	X		X	
Refutaciones excepciones	^o	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X	X	
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del primer estudiante de 3º de secundaria (TA3.1 – 3 y TA4.1 – 3)

Tabla 27*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 2*

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.2 – 3		TA4.2 - 3	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X			X
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X			X
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.		X		X
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X	X	
		Se han utilizado términos científicos.	X			X
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X			X
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X		X
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.		X	X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X		X
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X		X
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X		X
Refutaciones o excepciones		Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del segundo estudiante de 3º de secundaria (TA3.2 – 3 y TA4.2 – 3)

Tabla 28*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 3*

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.3 – 3		TA4.3 – 3	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
		Se han utilizado términos científicos.	X		X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X		X	
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X		X	
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X		X	
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.	X		X	
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	X		X	
Refutaciones excepciones	^o	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del tercer estudiante de 3º de secundaria (TA3.3 – 3 y TA4.3 – 3)

Tabla 29

Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 4

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.4 – 3		TA5.4 - 3	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X			X
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X	X	
		Se han utilizado términos científicos.		X	X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.		X	X	
		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X	X	
Fundamentos o apoyo		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X			X
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X		X
		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X	X	
Calificadores modales		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	X			X
Refutaciones o excepciones		Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.		X		X
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 5 del cuarto estudiante de 3º de secundaria (TA3.4 – 3 y TA5.4 – 3)

Tabla 30*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 5*

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.5 – 3		TA4.5 – 3	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.		X	X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
		Se han utilizado términos científicos.	X		X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X		X	
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X			X
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X		X	
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X		X
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X	X	
Refutaciones o excepciones		Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.		X	X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.		X		X

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del quinto estudiante de 3º de secundaria (TA3.5 – 3 y TA4.5 – 3)

Tabla 31*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 6*

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.6 – 3		TA4.6 – 3	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X	X	
		Se han utilizado términos científicos.		X	X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.		X	X	
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X		X
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.		X	X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X		X
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X		X
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X	X	
Refutaciones o excepciones		Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.		X	X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.		X	X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del sexto estudiante de 3º de secundaria (TA3.6 – 3 y TA4.6 – 3)

Tabla 32

Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 7

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.7 - 5		TA4.7 – 5	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.		X	X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
		Se han utilizado términos científicos.	X		X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.		X		X
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X		X
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.		X	X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X	X	
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X	X	
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X		X
Refutaciones excepciones	o	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del séptimo estudiante de 5º de secundaria (TA3.7 – 5 y TA4.7 – 5)

Tabla 33

Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 8

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.8 – 5		TA4.8 – 5	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X			X
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
		Se han utilizado términos científicos.	X		X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X		X	
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X			X
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X			X
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X			X
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.	X			X
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	X		X	
Refutaciones o excepciones		Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X			X

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del octavo estudiante de 5º de secundaria (TA3.8 – 5 y TA4.8 – 5)

Tabla 34*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 9*

SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	TA3.9 - 5		TA4.9 – 5	
		SI	NO	SI	NO
Datos o hechos	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
	El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación	El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
	Se han utilizado términos científicos.	X		X	
	Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X		X	
Fundamentos o apoyo	Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X		X	
	Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X	
	Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X		X	
Calificadores modales	Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.	X		X	
	Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.	X		X	
Refutaciones excepciones	^o Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión	Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
	La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del noveno estudiante de 5º de secundaria (TA3.9 – 5 y TA4.9 – 5)

Tabla 35*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 10*

SUB-CATEGORÍAS		INDICADORES	TA3.10 – 5		TA5.10 - 5	
			SI	NO	SI	NO
Datos o hechos		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
		El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
		El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
Justificación		El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X	X	
		Se han utilizado términos científicos.	X		X	
		Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X			X
Fundamentos o apoyo		Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X			X
		Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.		X	X	
		Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X	X	
Calificadores modales		Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X		X
		Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X		X
Refutaciones excepciones	^o	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión		Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
		La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 5 del décimo estudiante de 5º de secundaria (TA3.10 – 5 y TA5.10 – 3)

Tabla 36

Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 11

SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	TA3.11 – 5		TA5.11 - 5	
		SI	NO	SI	NO
Datos o hechos	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.		X	X	
	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.		X	X	
	El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
	El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.		X		X
Justificación	Se han utilizado términos científicos.		X	X	
	Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.		X	X	
Fundamentos o apoyo	Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.		X	X	
	Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X	
	Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.		X	X	
Calificadores modales	Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.		X		X
	Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X		X
Refutaciones o excepciones	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión	Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.		X	X	
	La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 5 del décimo primer estudiante de 5º de secundaria (TA3.11 – 5 y TA5.11 – 5)

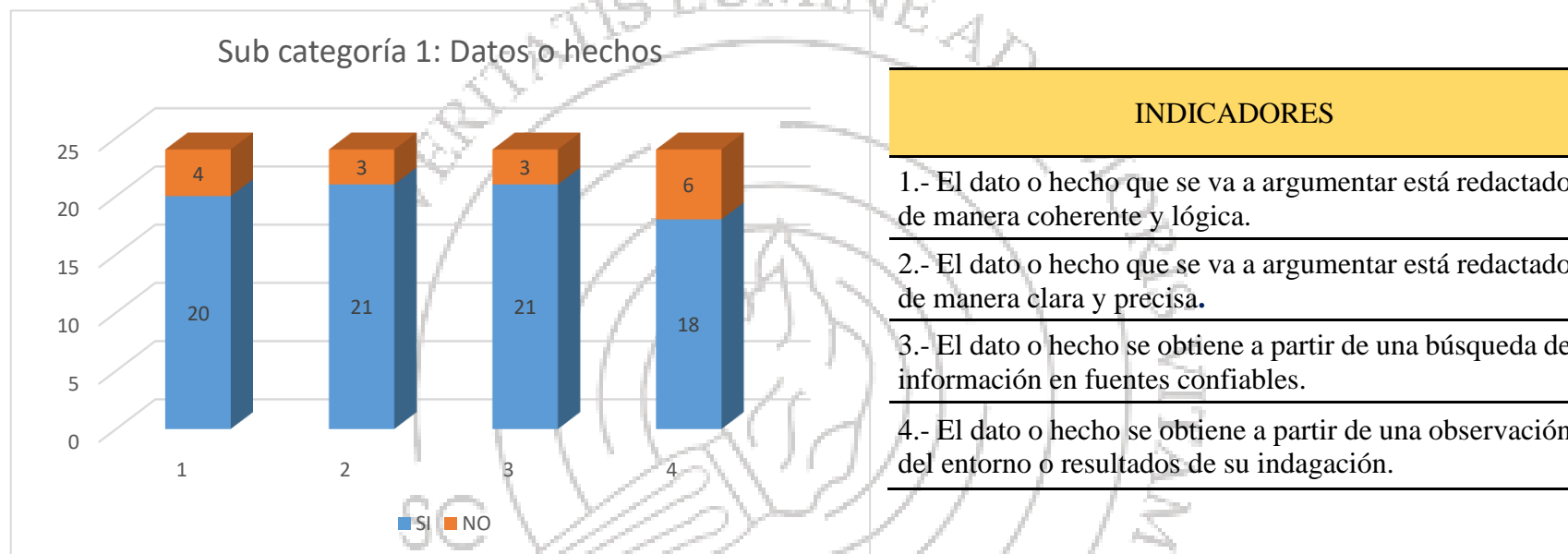
Tabla 37*Caracterización de dos textos argumentativos – estudiante 12*

SUB-CATEGORÍAS	INDICADORES	TA3.12 – 5		TA4.12 – 5	
		SI	NO	SI	NO
Datos o hechos	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera coherente y lógica.	X		X	
	El dato o hecho que se va a argumentar está redactado de manera clara y precisa.	X		X	
	El dato o hecho se obtiene a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables.	X		X	
	El dato o hecho se obtiene a partir de una observación del entorno o resultados de su indagación.	X		X	
Justificación	Se han utilizado términos científicos.	X		X	
	Se ha desarrollado el significado de los términos científicos.	X		X	
Fundamentos o apoyo	Se han hecho referencia a leyes y/o teorías científicas.	X			X
	Se observa el uso de ejemplos que apoyan las justificaciones.	X		X	
	Se observa el uso de comparaciones que apoyan las justificaciones.	X		X	
Calificadores modales	Se observa el uso de evidencias que apoyan las justificaciones.	X		X	
	Se observa el uso de adverbios (de duda, de negación, de afirmación) para dar énfasis a sus argumentos.		X	X	
Refutaciones o excepciones	Se observan ideas que se oponen a los argumentos.		X		X
Conclusión	Los fundamentos presentados apoyan la formulación de la conclusión.	X		X	
	La formulación de la conclusión se relaciona con el dato o hecho formulado al inicio del texto argumentativo.	X		X	

Nota. Texto argumentativo 3 y 4 del décimo segundo estudiante de 5º de secundaria (TA3.12 – 5 y TA4.12 – 5)

Figura 53

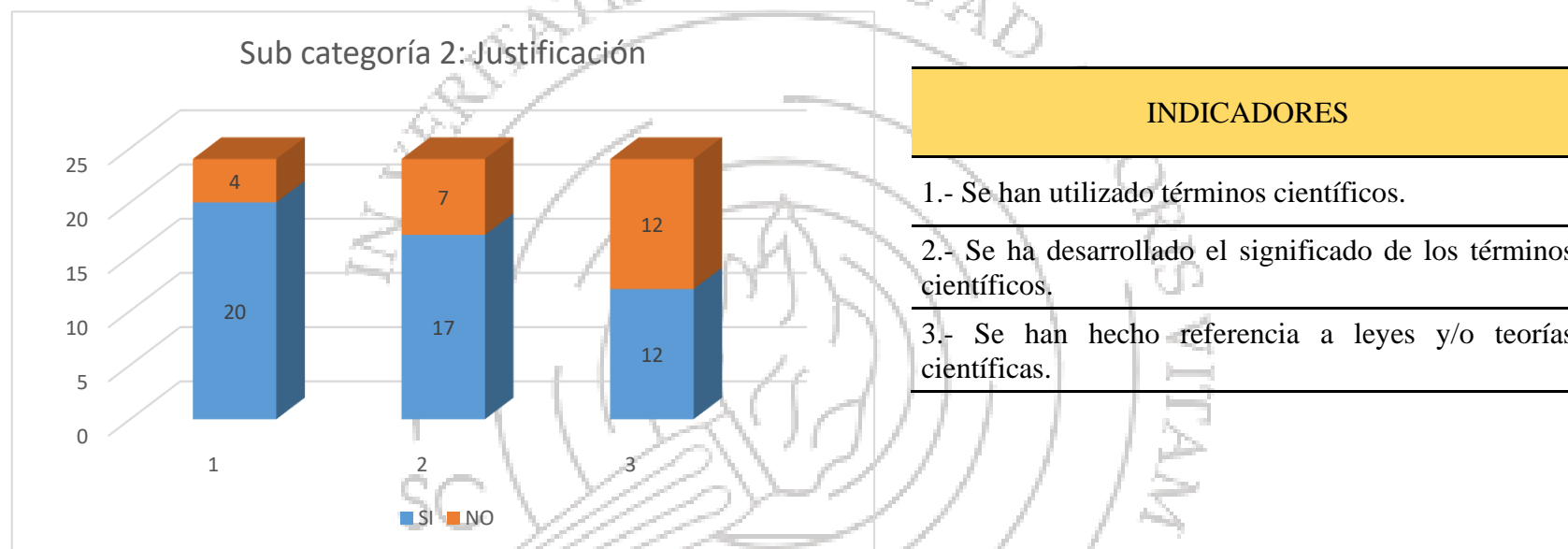
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Datos o hechos – versión final



Nota. El gráfico muestra que, de 24 textos argumentativos, en 20 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 04 textos no se evidencia el indicador. En 21 textos se evidencia el indicador 2 y 3; mientras que, en 03 textos no se evidencian ambos indicadores. Finalmente, en 18 textos se evidencia el indicador 4; mientras que en 06 textos no se evidencia el indicador.

Figura 54

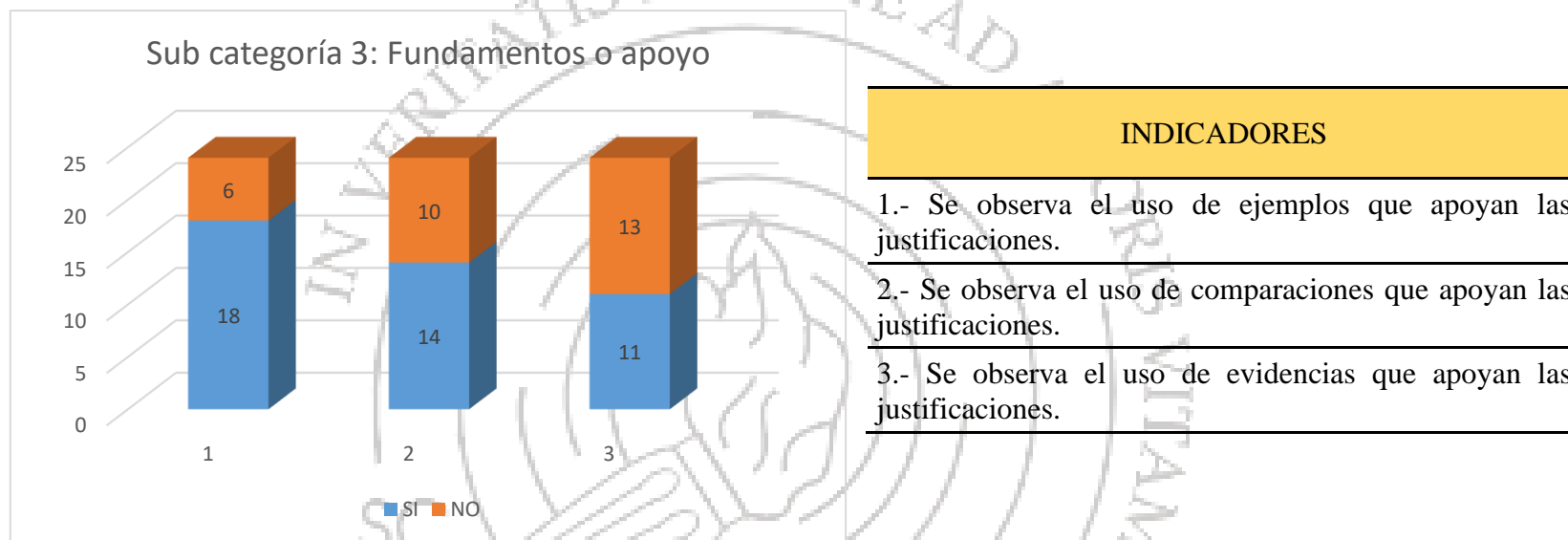
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Justificación – versión final



Nota. El gráfico muestra que, de 24 textos argumentativos, en 20 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 04 textos no se evidencia el indicador. En 17 textos se evidencia el indicador 2; mientras que, en 07 textos no se evidencia el indicador. Finalmente, en 12 textos se evidencia el indicador 3; mientras que en 12 textos no se evidencia el indicador.

Figura 55

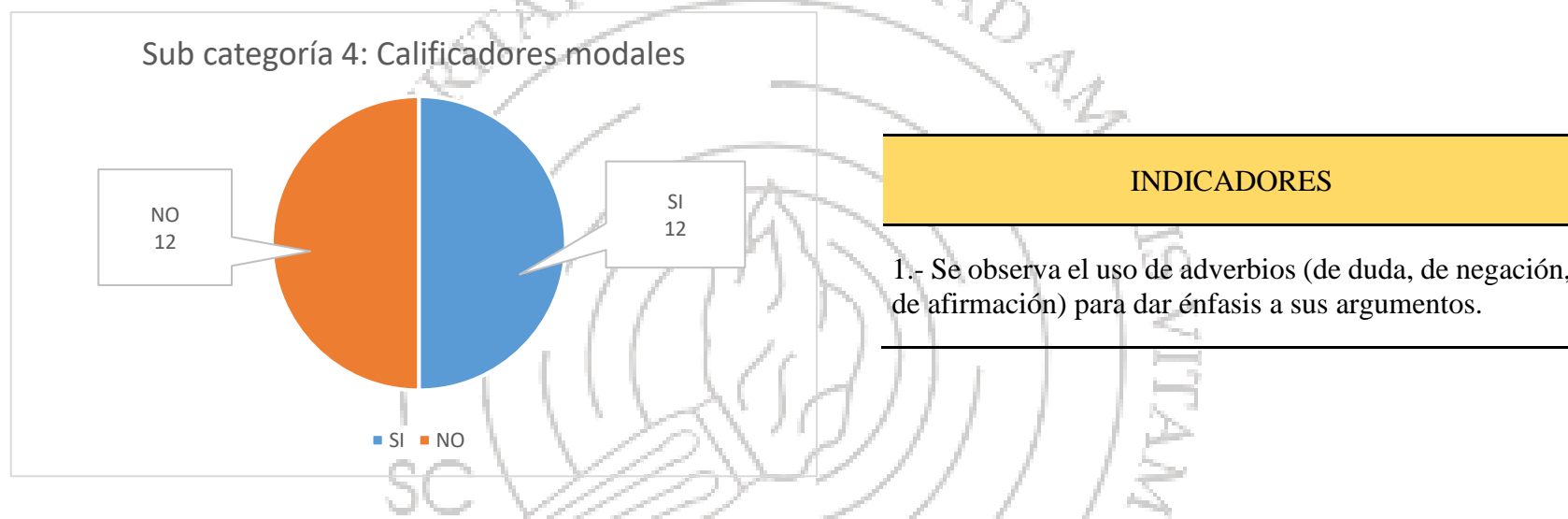
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Fundamentos o apoyo – versión final



Nota. El gráfico muestra que, de 24 textos argumentativos, en 18 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 06 textos no se evidencia el indicador. En 14 textos se evidencia el indicador 2; mientras que, en 10 textos no se evidencia el indicador. Finalmente, en 11 textos se evidencia el indicador 3; mientras que en 13 textos no se evidencia el indicador.

Figura 56

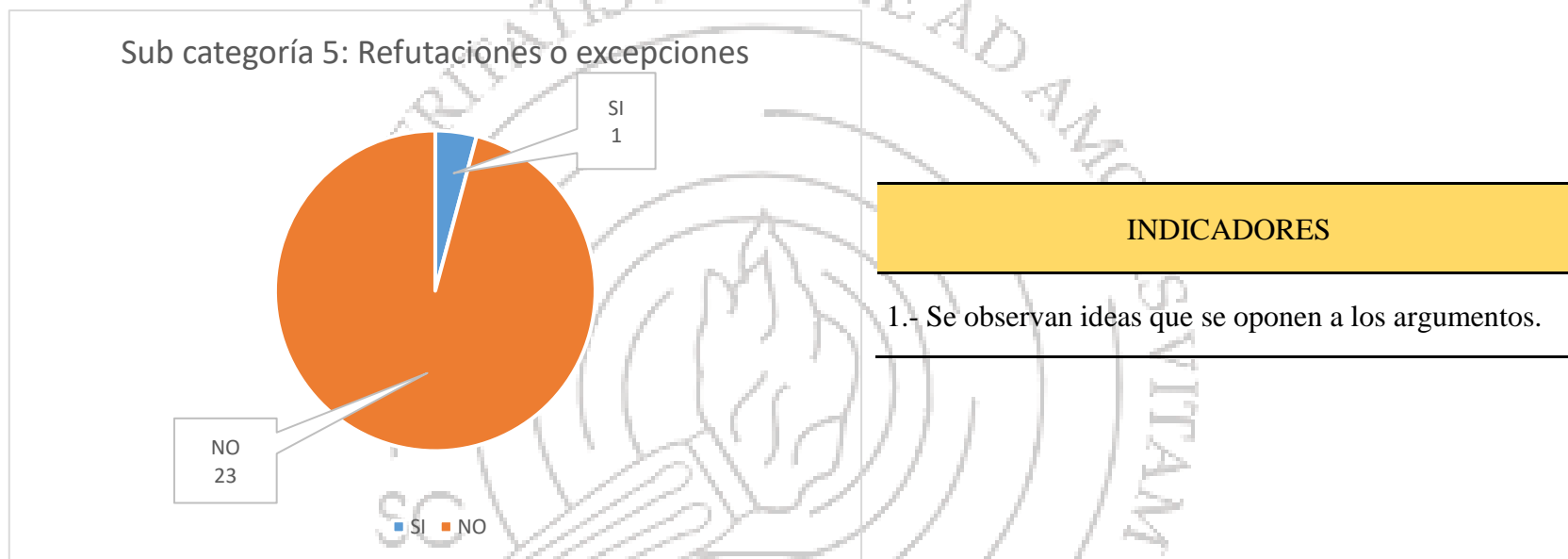
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Calificadores modales -versión final



Nota. El gráfico muestra que, de 24 textos argumentativos, en 12 textos se evidencia el indicador; mientras que, en 12 textos no se evidencia el indicador.

Figura 57

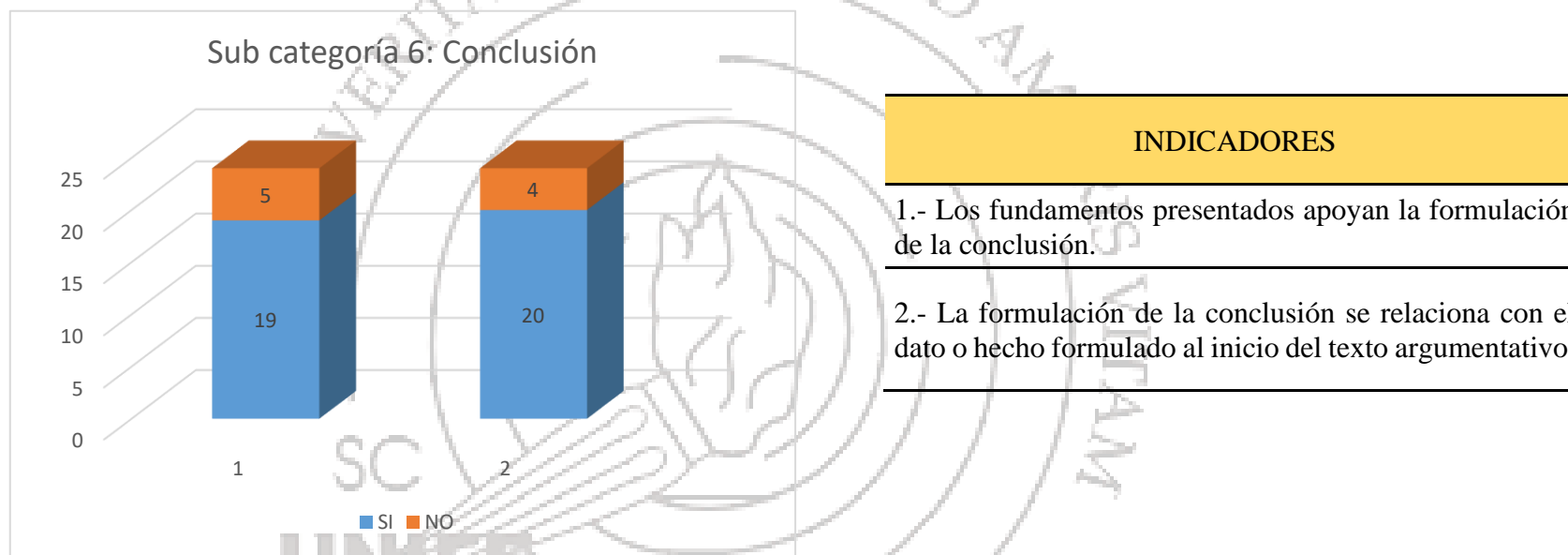
Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Refutaciones o excepciones – versión final



Nota. El gráfico muestra que, de 24 textos argumentativos, en 1 solo texto se evidencia el indicador; mientras que, en 23 textos no se evidencia el indicador.

Figura 58

Cantidad de textos argumentativos por cada indicador de la subcategoría: Conclusión – versión final



Nota. El gráfico muestra que, de 24 textos argumentativos, en 19 textos se evidencia el indicador 1; mientras que, en 05 textos no se evidencia el indicador. Asimismo, en 20 textos se evidencia el indicador 2; mientras que, en 04 textos no se evidencia el indicador.

A partir de estos resultados, se puede decir que se ha logrado que los estudiantes interioricen los elementos básicos de una argumentación, en este caso científica por tratarse de temas relacionados al área de Ciencia y Tecnología. Entre los aspectos que se lograron mejoras están que el dato o hecho estuvo redactado de manera coherente, lógica, clara y precisa; lo obtuvieron a partir de una búsqueda de información en fuentes confiables, de la observación del entorno y de los resultados de sus indagaciones. Además, para la justificación, se observó con mayor frecuencia el uso y desarrollo del significado de los términos científicos y con menor frecuencia el uso de leyes o teorías. Del mismo modo, para la fundamentación se hizo más uso de ejemplos y de comparaciones que de evidencias; y se logró que se redacten buenas conclusiones tomando como base los fundamentos trabajados en el texto. Sin embargo, se hace necesario reconsiderar algunas actividades para lograr que los estudiantes redacten contraargumentos y utilicen los calificadores modales para dar énfasis a las tesis.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión de los resultados que se presenta en este capítulo está organizada en función a los objetivos específicos (OE) y objetivo general (OG) de la presente investigación. El primer y segundo objetivo específico corresponden a la discusión sobre la reflexión de la práctica docente inicial, el tercer objetivo corresponde a la fundamentación del diseño del plan de acción, el cuarto objetivo corresponde a la discusión de la observación y análisis de la ejecución de las sesiones planificadas a partir de la tercera triangulación y el quinto y sexto objetivo específico corresponde a la discusión sobre la reflexión de la práctica docente final y las propuestas de mejora para una siguiente iteración respectivamente.

5.1 Reflexión sobre los resultados obtenidos y teorización de la práctica pedagógica

5.1.1 Caracterización de la argumentación científica de los estudiantes (OE1).

La caracterización que se describe a continuación corresponde al momento inicial de la investigación, en la cual la docente investigadora advierte que existe la necesidad de que los estudiantes expliquen los fenómenos naturales de manera fundamentada.

Generalmente, cuando la docente investigadora hace referencia a la redacción de textos, cualquiera sea su género, lo asocia al área de Comunicación. Por eso, le resulta difícil caracterizar las argumentaciones de los estudiantes debido a que posterga el desarrollo de esta habilidad desde su área de trabajo: Ciencia y Tecnología. A pesar de que en las diferentes áreas del

Currículo Nacional existe de manera transversal la intencionalidad de desarrollar la habilidad *argumenta*, en las áreas de Ciencia y Tecnología, Comunicación, Ciencias sociales, Desarrollo Personal Ciudadanía y Cívica, Educación Física y Matemática se hace explícito a partir de expresiones como *asume una postura, argumenta su posición, argumenta sus conclusiones, elabora afirmaciones, delibera con argumentos, justifica mediante contraejemplos o contraargumentos, entre otros*. Aun así, son reducidas o nulas las actividades orientadas a este propósito en la práctica pedagógica de la docente investigadora.

En consecuencia, las primeras redacciones argumentativas de los estudiantes presentan deficiencias de redacción en cuanto a claridad y coherencia. En relación con la estructura, en contraste a la propuesta de Toulmin (1958) quien propone la secuencia de datos, justificación, fundamento, calificador modal, refutadores y conclusión, los estudiantes solo consideran la estructura genérica como tesis, desarrollo y conclusión. Asimismo, los estudiantes desconocen que la tesis inicial o los datos a defender pueden obtenerse no solo de las fuentes confiables sino también de los resultados de las indagaciones, de las leyes o teorías científicas, de los ejemplos y comparaciones que no son consideradas como parte de las justificaciones. Del mismo modo, el uso de los calificadores modales es escaso, el uso de los contraargumentos es nulo y el cierre de sus producciones carece de relación con la tesis planteada al inicio del texto.

Entonces, se puede decir que los textos argumentativos iniciales carecen de una formalidad en cuanto a la coherencia y la lógica de redacción, lo cual evidencia la forma de pensar del estudiante y su deficiente capacidad de construir argumentos (Buitrago et al., 2013). Con esta forma de redacción, los

estudiantes dejan de comunicar ideas científicas con propósitos persuasivos y la finalidad de convencer o persuadir al lector está ausente al tener una presentación escasamente fundamentada de sus argumentos (Xie y So, 2012, Shevchenko et al., 2020). Además, los estudiantes demuestran una deficiente explicación de los fenómenos naturales lo cual indica que los textos argumentativos iniciales incumplen con las características de una argumentación científica escolar (Chion et al., 2014).

5.1.2 Caracterización de las sesiones de aprendizaje que estaban orientadas al desarrollo de la argumentación científica en los estudiantes (OE2).

Desde el punto de vista de las prácticas científicas, las sesiones de aprendizaje desarrolladas por la docente investigadora se realizan, aún en el marco de la educación a distancia, siguiendo el tipo de indagación estructurada (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2021), en la cual se elabora una guía de laboratorio para que los estudiantes sigan exactamente los pasos de la metodología científica. Esto lo realiza porque desconoce el concepto de prácticas científicas y las dimensiones que la comprende, como la modelización, la indagación y la argumentación. Por lo tanto, de manera inadvertida, se fortalece solo una de las dimensiones de las prácticas científicas.

Por un lado, esta situación se debe a que, en la mayoría de los cursos de fortalecimiento dirigidos a los docentes del área de Ciencia y Tecnología, se trabaja solo un aspecto de las prácticas científicas, es decir, la indagación a través del método científico. Probablemente, esto se debe a que se da mayor énfasis al uso de los materiales de laboratorio, lo cual es muy necesario para la comprensión del docente y el aprovechamiento del estudiante. Sin embargo, en

el marco de una educación por competencias, los estudiantes deben movilizar otras habilidades, conocimientos y recursos del entorno para involucrarse en la solución de los problemas mediante las prácticas científicas (López et al., 2018). Esto se alcanza al planificar sesiones de aprendizaje integrando, de manera pertinente, las prácticas científicas lo que para la docente investigadora es una limitación.

Por otro lado, la docente investigadora diseña sesiones de aprendizaje bajo un solo enfoque porque carece de claridad en relación con el concepto de prácticas científicas, probablemente, por una inadecuada interpretación de su significado al considerarlo o reducirlo a prácticas de laboratorio (García-Carmona, 2021) o por desconocimiento de los enfoques sobre la naturaleza de las ciencias (García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018) o por desconocimiento de que la modelización puede contribuir con la indagación y luego con la argumentación (Oliva, 2019). Por lo que, al momento de la planificación curricular, deja de considerar actividades en las cuales los estudiantes construyen modelos científicos escolares para comprobar la aplicación del conocimiento científico o para poder construir argumentos para defender el uso del modelo.

Otra característica de la sesión de aprendizaje es que carece de momentos de debates sobre temas controversiales, sean presenciales o virtuales, lo cual desatiende la afirmación de que a argumentar se aprende argumentando (Jiménez, 2020). Esto se debe también a que la docente investigadora desconoce los modelos de argumentación y además porque lo considera, como se indicó anteriormente, como una habilidad exclusiva del área de Comunicación. Al respecto es preciso aclarar que, se puede tener

conocimiento de las partes de un texto argumentativo; sin embargo, al carecer de entrenamiento en esta habilidad cognitivo-lingüística relacionada con el aprendizaje desde la formación docente (Valenzuela-González y Zúñiga-González, 2020) difícilmente se podrá conducir a los estudiantes hacia el logro de esta competencia.

Esta desarticulación entre lo que se propone como logros en el estándar de aprendizaje del Currículo Nacional y lo que se trabaja en el aula, se evidenció en el rendimiento de los estudiantes, ya que los textos elaborados a partir de las indagaciones realizadas en el laboratorio carecen de fundamentos científicos o simplemente termina en la redacción de una conclusión. En consecuencia, el desarrollo de la competencia *Explica el mundo físico para construir conocimientos sobre diversos temas científicos* queda reducido a la experimentación.

Desde el punto de vista de la neurotecnología educativa, el uso de los recursos tecnológicos en las sesiones de aprendizaje se convierte cada vez más en una ayuda para la docente investigadora que en un recurso de aprendizaje o desarrollo de competencias para sus estudiantes.

En primer lugar, esto se debe a que están ausentes las estrategias tecnológicas para desarrollar las prácticas científicas, tanto para la modelización como para la argumentación, pues al no considerarlas como parte de la planificación, solo se dispone de recursos digitales para la indagación como documentales en *YouTube* o enciclopedias virtuales como Proyecto Biósfera.

En segundo lugar, es necesario que la docente investigadora conozca cómo aprenden sus estudiantes a nivel de funcionamiento del cerebro, sobre todo para que aprenda a desenvolverse en el aula, presencial o virtual, con

presencia de los dispositivos electrónicos. Al respecto, es necesario reconocer que la tecnología ha modificado las formas de aprender y sobre todo la forma de reaccionar frente a un estímulo según su cerebro dominante (Caicedo, 2017 e Ibarrola, 2014) y que si se las utiliza de manera pedagógica pueden potenciar el desarrollo de las competencias.

En consecuencia, las sesiones de aprendizaje carecen de fundamento pedagógico y tecnológico para desarrollar procesos cognitivos como la argumentación, ya que la mayoría de las actividades están orientadas a la búsqueda de información. Además, la docente investigadora desconoce la propuesta que exige el uso pedagógico y tecnológico de la tecnología (Pradas, 2017). Es preciso indicar que, al respecto, la docente investigadora tiene mayor necesidad de reflexionar, toda vez que la presente investigación se desarrolla completamente a distancia en el marco de la estrategia Aprendo en casa propuesta por el Minedu por motivos de la pandemia ocasionada por la COVID-19.

La reflexión realizada sobre la caracterización de las sesiones de aprendizaje permite a la docente investigadora elaborar el árbol de problemas que se observa en la página 173.

5.1.3 Plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica escolar (OE3).

Luego de la reflexión sobre su práctica pedagógica, la docente investigadora elabora el árbol de objetivos que se observa en la página 175 y a partir del cual formula el plan de acción, siguiendo el diseño de la investigación – acción (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018 y Torres et al., 2019). El plan

de acción se aplicó entre los meses de Julio y Diciembre 2021 y el objetivo general fue ejecutar de manera efectiva las prácticas científicas (Osborne, 2014) y la neurotecnología educativa (Pradas, 2017) en la práctica docente para desarrollar la argumentación científica escolar (Toulmin, 1958 y Valenzuela-González y Zúñiga-González, 2020), para lo cual se plantean dos objetivos específicos: (1) Conocer las habilidades que comprenden las prácticas científicas y (2) Utilizar de manera pedagógica y tecnológica los recursos para desarrollar las habilidades de las prácticas científicas.

Para el **primer objetivo específico**, se plantean diez acciones específicas como: (a) Revisar el marco teórico sobre las habilidades que involucran las prácticas científicas (modelización, indagación y argumentación), (b) Revisar las competencias del área de Ciencia y tecnología, (c) Revisar los recursos educativos propuestos por la estrategia Aprendo en Casa, (d) Buscar recursos educativos adicionales que complementen la estrategia Aprendo en Casa, (e) Elaborar la Programación Anual y las Sesiones de Aprendizaje considerando las prácticas científicas, (f) Elaborar y enviar las fichas de actividad de las sesiones de aprendizaje, (g) Elaborar y ejecutar las sesiones de aprendizaje considerando la elaboración de modelos científicos escolares para explicar un fenómeno, (h) Elaborar y ejecutar sesiones de aprendizaje en las que se integren los pasos de la metodología científica con la argumentación científica, (i) Elaborar y ejecutar una sesión de aprendizaje para explicar la estructura de un texto argumentativo según el modelo de Toulmin y (j) Analizar los textos argumentativos de los estudiantes según el modelo de Toulmin.

Respecto a la revisión del marco teórico e indagar sobre las habilidades que comprenden las prácticas científicas, la docente investigadora revisa las

bases de datos en donde se encuentran artículos de investigaciones científicas. Además, analiza los estándares de aprendizaje del ciclo VII, por cada competencia y de todas las áreas curriculares para identificar aquellas que consideran el desarrollo de la habilidad de argumentación. En efecto, entre ellas, el área de Ciencia y Tecnología, lo propone. Del mismo modo, analiza el Programa Curricular del Área de Ciencia y Tecnología para identificar las competencias que consideran el desarrollo de las prácticas científicas, encontrando que las tres competencias las desarrollan (Minedu, 2016).

Debido a que las sesiones de aprendizaje se realizan a través de la plataforma *Google Classroom*, la docente investigadora revisa, en la plataforma *Aprendo en Casa* diseñada por el Minedu, los recursos digitales propuestos para cumplir con los propósitos establecidos en la sesión.

En cuanto a la planificación curricular, trabaja con el Programa Anual elaborado a inicios del año escolar, en marzo 2021 y de la misma manera considera las Unidades de Aprendizaje correspondiente al tercer y cuarto bimestre. Las sesiones de aprendizaje se diseñan incluyendo recursos tecnológicos según la competencia a desarrollar. Así, para la indagación utiliza videos para demostrar los pasos a seguir en la experimentación y la modelización (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012). Estas sesiones se pueden ver en el Apéndice E. Asimismo, se elaboran fichas de actividad en las cuales se colocan los enlaces de los recursos digitales a revisar, se contextualizan las lecturas propuestas y se complementa con el presentador de diapositivas elaboradas por la docente investigadora (López et al., 2017). Del mismo modo, se procede para presentar la propuesta de redacción de los textos argumentativos según el modelo de Toulmin, la cual se puede apreciar en el

Apéndice F. Finalmente, estas producciones son revisadas con la guía de análisis correspondiente.

Para el **segundo objetivo específico** se planifican siete acciones específicas como: (a) Revisar el marco teórico sobre los procesos cognitivos que se desarrollan con el uso de la tecnología, (b) Buscar recursos educativos adicionales que complementen la estrategia Aprendo en Casa, (c) Revisar sitios web relacionados a simuladores del área de Ciencia y tecnología, (d) Elaborar y ejecutar sesiones de aprendizaje con el uso de simuladores, (e) Revisar sitios web relacionados a herramientas digitales *on line*, (f) Elaborar y ejecutar sesiones de aprendizaje con el uso de recursos digitales *on line* y (g) Elaborar y ejecutara sesiones de aprendizaje en las que se promueve el debate virtual a través de un foro virtual.

Respecto a la revisión del marco teórico, esta vez la docente investigadora lo orienta hacia la búsqueda de los procesos cognitivos que intervienen en el desarrollo de las prácticas científicas, así como la forma en que aprenden los estudiantes en el entorno virtual. Para ello es necesario seguir investigando sobre la plasticidad cerebral y los aportes de la neurotecnología educativa (Harper, 2019 y Pradas, 2017).

De la misma manera, la revisión de los recursos digitales en la plataforma *Aprendo en Casa* se realiza con la intencionalidad de buscar diferentes recursos que se pueden integrar a las sesiones de aprendizaje basados en las prácticas científicas. En efecto, se seleccionan, herramientas como *Kahoot*, *Mentimeter*, *Flippity*, simuladores pHet, laboratorios virtuales, plataforma *Zoom* y audios,

considerando que estos recursos se pueden utilizar en diferentes momentos de la sesión virtual (López et al., 2017, Pradas, 2017).

Por lo tanto, la docente investigadora, a partir del plan de acción propuesto, diseña y ejecuta sesiones de aprendizaje que respondieron a la manera cómo aprender los estudiantes en el marco del socioconstructivismo, conectivismo, orientadas al desarrollo de la modelización (organizadores visuales, modelos científicos), la indagación (simuladores, laboratorios virtuales) y la argumentación (diálogos virtuales en Zoom) (López et al., 2017; Pradas, 2017 y Casanova, 2021) los cuales se pueden apreciar en Apéndice G.

5.1.4 Observación y análisis de las actividades realizadas según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica en estudiantes (OE4).

A continuación, se van a discutir los resultados por cada categoría observada a partir de la tercera triangulación.

❖ Argumentación científica

Los estudiantes redactan un texto argumentativo en base al modelo de Toulmin siguiendo una estrategia de búsqueda de información en diferentes fuentes para definir el tema. Esto se evidencia cuando la docente afirma que “trabajó el texto de lectura que la estrategia Aprendo en Casa propone, y en este caso los estudiantes debían realizar anotaciones de las ideas importantes” (DR4-3). En consecuencia, un estudiante en la entrevista dice que “te ayudas con documentos impresos, te ayudas con documentos digitales, conversas con alguien... preguntas...” (E1-3) y otro afirma: “busco varias fuentes para agregar más ideas que refuercen mi idea” (E11-5). Esto demuestra que los estudiantes acceden a la información a través de la lectura, lo cual, a pesar de la influencia

de los dispositivos tecnológicos, continúa siendo el pilar para la comprensión de la información científica (Probosari et al., 2019).

De igual manera, la docente durante las sesiones refuerza en más de una oportunidad “que dentro de los argumentos pueden encontrarse evidencias, testimonios, experiencias de laboratorio” (DR5-3) y además “que ‘existe una ley de Hooke que determina la resistencia de los resortes’...esta fue una manera de indicarles que las leyes también se pueden usar como argumentos en el texto argumentativo” (DR2-3). Por eso, los estudiantes hacen referencia que redactan sus argumentos a partir de las experiencias de indagación e información científica revisada y uno de ellos lo expresa de la siguiente manera:

“la fundamento por medio de la teoría, principalmente la teoría que siempre se ha estado estudiando, y en eso me baso para poder dar mis hipótesis, por así decirlo...me empiezo a basar mi forma de pensar, en esas teorías o fórmulas que ya están escritas y que se han estado utilizando desde hace mucho tiempo que son bases para la mayoría de las indagaciones que se dan en la ciencia” (E12-5).

Es decir, el estudiante es consciente de que los fundamentos, como lo denomina Toulmin, tienen su origen en la teoría, evitando la subjetividad. Para ello realiza el parafraseo porque utilizó sus propias palabras. Finalmente, elaboran las conclusiones a partir de un resumen de sus argumentos acompañados de un mensaje motivador y reflexivo al lector, lo cual se evidencia cuando un estudiante dice que:

en mis textos me gusta al final hacer reflexionar al lector sobre lo que ha leído, hacer que...que piensen que si está haciendo algo mal...después de leer esto puede que haya un cambio, que busque...que busque mejorar...que busque ser más consciente de lo que afecta en el ambiente o de lo que estemos hablando (E7-5).

Cabe precisar que inicialmente, los estudiantes no suelen utilizar fuentes confiables, así por ejemplo, uno de ellos manifiesta que “la información del texto argumentativo...usualmente...este....lo veo en canales informativos, en *YouTube* o algunos.....algunos vídeos cortos interesantes como en *Tik Tok*” (E9-5) y otro dice “mayormente yo lo busco en los textos, como por ejemplo de *Wikipedia*” (E11-5) por lo que será parte de la propuesta de mejora en una siguiente iteración y como producto de la reflexión de la docente investigadora.

Si bien el acceso a la información en su mayoría se realiza mediante las lecturas propuestas en clase, los estudiantes buscan información adicional y solo un estudiante menciona, explícitamente que “la experimentación es la base para las argumentaciones” (E5-3) confirmando lo que propone Jiménez (2020) en el sentido de que los procesos de indagación y argumentación se encuentran interrelacionados.

En cuanto a la estructura del texto, los estudiantes tienen una clara organización de las ideas cuando manifiestan que cada punto o subtema sería desarrollado en los párrafos (E9-5). No obstante, existen dos elementos de la estructura argumentativa según Toulmin, que para ellos son muy difíciles de incluir: los calificadores modales y los contraargumentos. Respecto al uso de calificadores modales, la mayoría de los estudiantes considera que un lenguaje formal permite dar énfasis a la tesis, por eso uno de ellos manifiesta que se debe “tratar de poner un lenguaje formal para que el lector le llame su atención” (E2-3). Sin embargo, para Toulmin, los calificadores modales hacen referencia a los diferentes tipos de adverbios.

Con referencia a los contraargumentos, otro estudiante afirma: “no entendí muy bien lo del contraargumento, la verdad nunca trato de ponerlo” (E4-

3). Al igual que este estudiante, otro compañero entiende que, más bien se deben usar:

nexos y argumentos, no soy tanto de contra argumento porque la verdad...si es cierto que un contra argumento es necesario, pero no es tan sencillo conseguirlo como un argumento común, porque un contraargumento es algo que va en contra de lo que tu argumento ético ha propuesto (E5-3).

Si bien reconocen que es difícil redactar un contraargumento, finalmente logran entender su significado. Así, queda expresado por un estudiante: "...entonces, ¿el contraargumento se refiere a otra opinión?" (E4-3), pero a pesar de comprender su importancia y de los ejemplos proporcionados en clase, solo un estudiante logra redactarlo. Por eso, para la presente investigación, resulta ser el elemento menos presente en los textos argumentativos.

Esto es contrario a los resultados obtenidos en la investigación realizada por Nurinda et al. (2018) en el cual el mayor porcentaje se obtuvo en el aspecto de refutación o contraargumento, seguido de evidencia y razonamiento; concluyendo que la aplicación del método del Aprendizaje basado en Problemas (ABP) fue el factor que contribuyó con estos resultados. Sin embargo, un año más tarde, Probosari et al. (2019) confirma nuestros resultados, cuando concluyen que no todos los estudiantes proporcionan un calificador modal a sus afirmaciones, de la misma manera que el contraargumento es un aspecto difícil en una argumentación, por lo tanto, no todos los estudiantes tampoco pueden redactarlo. A diferencia de la investigación realizada por Nurinda et al. (2018), el estudio de Probosari et al. (2019) pretende desarrollar las habilidades de contraargumentación a través de las lecturas científicas. Esto lleva a la docente investigadora a inferir que la metodología ABP a través del desarrollo de actividades de problematización, experimentación y trabajo colaborativo permite

obtener mejores resultados frente a la sola lectura de textos científicos. Esto sin duda es un aspecto para reflexionar en una siguiente iteración.

Una subcategoría emergente que se evidencia es el rol de las emociones para iniciar y sostener la redacción de un texto argumentativo. Esto guarda relación con lo que afirma Ibarrola (2014) sobre el aprendizaje emocionante y que en palabras reflexivas de uno de los estudiantes se tiene que:

...a veces el escritor necesita inspirarse o tener ganas de escribir y como...yo considero al escribir como una especie de arte porque, a decir verdad, si tú mandas a alguien a escribir y no tienes ganas, no va...no va a salir un buen producto, pero...pues...si...si tienes la emotividad suficiente, lo haces o tienes un buen resultado (E9-5).

A partir de este comentario, se hace evidente que los estudiantes, en esta etapa de la adolescencia, realizan con mayor gusto aquellas actividades que les brinda una gran carga emotiva, evidenciándose la teoría del cerebro triuno propuesta por MacLean y explicada por Ibarrola (2014) y Caicedo (2017). Esta subcategoría emergente en la investigación es considerada también en la siguiente categoría.

Por lo analizado en esta categoría, se concluye que la docente investigadora comprende la importancia de la planificación y ejecución de actividades para desarrollar las habilidades de la redacción de textos argumentativos. Sin embargo, debe seguir investigando sobre la aplicación de diferentes estrategias para lograr que los estudiantes incluyan calificadores modales y contraargumentos en sus textos argumentativos con el propósito de mejorar la calidad de sus redacciones.

❖ Prácticas científicas

Respecto a la modelización, los estudiantes elaboran modelos científicos escolares para comprender fenómenos de su entorno a partir de las orientaciones brindadas por la docente investigadora en diferentes sesiones. Esto se evidencia cuando ella les explica “cómo elaborar el modelo científico que les permitirá explicar la resistencia o cuánto se estira un plástico” (DR2-5) a través de la indagación guiada (Reyes-Cárdenas y Padilla (2012) o también dándoles la oportunidad de que ellos mismos indaguen cómo elaborarlo, tal como lo sostienen Schwarz et al. (2009) y Gellon et al. (2019) quienes proponen que los estudiantes tengan una relación dual con sus modelos científicos: ser creadores y evaluadores críticos. Por eso, la docente investigadora les indica que “...podrían revisar los materiales a usar para la actividad de indagación e ir consiguiendo algunos de ellos o traer ideas de cómo elaborar el modelo” (DR1-5).

En respuesta al reto propuesto por la docente, los estudiantes logran el propósito y demuestran la utilidad del modelo científico cuando expresan que le podría servir “no sé...para averiguar qué resultado podría tener” (E6-3), es decir, para hacer predicciones, tal como López et al. (2017) lo manifiestan en su modelo integrador de las prácticas científicas. En otra intervención, un estudiante expresa que puede servir “para mayormente...para experimentar” (E10-5), esto hace referencia al ciclo de la indagación según Jiménez-Liso (2020). Asimismo, otro estudiante, para enfatizar la utilidad de los modelos, expresa:

yo creo que se elaboran esas analogías con el propósito de demostrar algunos fenómenos que ocurren en nuestro alrededor...explicarlos para no...no caer en un pensamiento que no...no fuera crítico que no fuera lógico y también demostrar que existen leyes (E9-5)

Y en otra intervención, en relación con las mejoras que se pueden realizar a los modelos, tal como lo propone Gellon et al. (2019), un estudiante responde que:

...si podremos modificar porque al momento de crearse o hacerlo real por decirlo así digamos que puedes notar las fallas una vez que lo haces funcionar, entonces más o menos puedes analizarlo sacar conclusiones hacer tu hipótesis o revisar tu problema y más o menos ver así si falla o no si te da una solución o no entonces digamos que ahí te das cuenta si necesita un cambio o mejora (E8-5).

Esto significa que los estudiantes son conscientes de que su participación en la elaboración de los modelos científicos escolares les permite poner en práctica las actitudes científicas como la creatividad, paciencia, perseverancia, actitud crítica; por tanto, algunos tienen éxito antes que otros.

Respecto a la indagación, los estudiantes desarrollaron las habilidades de la indagación científica, sobre todo profundizaron la problematización de la situación significativa. Esto se logra porque la docente investigadora motiva a los estudiantes a formular la pregunta e hipótesis de indagación a partir de la presentación de imágenes (DR2-5), a través del diálogo (DR8-3) y a partir de preguntas, repreguntas y ejemplos para identificar las variables: independiente, dependiente e interviniente (DR4-3).

En respuesta a ello, los estudiantes manifiestan que una pregunta de indagación está bien formulada cuando les genera una duda respecto al tema que se está trabajando (E7-5), cuando les orienta o les da “una dirección hacia donde investigar, hacia dónde ir” (E5-3), cuando la pregunta tiene relación científica, es decir, con el tema en donde se pueda realizar una investigación (E2-3) y “...primero que la hipótesis tiene que estar relacionada a la pregunta y que la pregunta puede tener todas las variables tanto la variable dependiente

interviniente e independiente” (E3-3). Estas expresiones demuestran que en el proceso de la indagación siempre será “importante fomentar en los alumnos [estudiantes] el arte de hacer preguntas que conduzcan a investigaciones; en este sentido no es sólo la pregunta sino la forma en que se la plantea” (Gellon et al., 2019, p. 83). Con esto también se asegura que los estudiantes sigan el ciclo de la indagación (Jiménez-Liso, 2020) ya que el punto de partida está bien comprendido.

Sin duda, una de las actividades que genera emoción en los estudiantes es la experimentación; así, por ejemplo, uno de ellos expresa que:

esa experiencia del laboratorio es completamente diferente a simplemente escribir hechos y cosas así porque...sí se siente cierta emoción...en...por ejemplo, combinar ciertas cosas que van a dar un resultado, en ver qué es lo que va a pasar, en ver qué efecto va a tener ciertas condiciones en un objeto, en este caso el experimento que estamos haciendo, eso es bastante interesante yo creo que más que todo a las personas que les gusta esto, van a apreciar, van a sentir esa emoción de experimentar (E7-5).

Esto corrobora los planteamientos de Ibarrola (2014) y Caicedo (2017) ya que al proponer el aprendizaje emocionante se activa la memoria de trabajo y se mantiene alerta el sistema límbico.

Por otro lado, los estudiantes aplican estrategias y recursos tecnológicos para la socialización de sus resultados. Para ello, la docente investigadora solicita la participación de los grupos y ellos socializan la situación significativa, el reto y desarrollan toda la actividad, los cuadros de doble entrada, los gráficos obtenidos, el análisis y las conclusiones (DR14-5). En este aspecto, los estudiantes utilizan diversas herramientas. Así un estudiante manifiesta que “en la última experimentación hice un vídeo y también tomé fotos para expresarlo o

para que vean cómo lo estoy haciendo” (E10-5) y otro estudiante utiliza “en *Word* no sé... hacer un tipo de mapa conceptual” (E6-3) supuestamente para socializar la información obtenida.

Finalmente, en relación con la argumentación, inicialmente la docente investigadora formula preguntas sencillas como “¿Por qué preferimos bolsas de plásticos a las de tela?” (DR1-5) para motivar la generación de argumentos. En adelante, se refuerza en reiteradas oportunidades que “se recomienda realizar primero la indagación ya que los resultados muy bien se podrían utilizar como argumentos” (DR13-3). Esto hace que los estudiantes sean conscientes de la estrategia a seguir para seleccionar sus argumentos. Así, uno de ellos expresa “consigo datos de internet y consigo datos de mi experimentación eso los junto para que se complementen un poco...” (E7-5)

Se observa entonces que la docente investigadora, partiendo de una situación significativa, genera cuestionamientos sobre los fenómenos cotidianos y aplica estrategias de enseñanza motivadoras que involucran y mantienen activos a los estudiantes durante el aprendizaje. Esto demuestra que aplica la indagación como estrategia de enseñanza (Muñoz-Campos, 2020) y sigue una secuencia planificada que se inicia con la formulación de la pregunta de indagación (Jiménez-Liso, 2020). No obstante, debe seguir investigando sobre estrategias para consolidar otras habilidades de indagación como el registro y el análisis de los datos e información.

❖ **Neurotecnología educativa**

Los estudiantes participan de sesiones de aprendizaje siguiendo una secuencia metodológica que les permite desarrollar habilidades de indagación y

argumentación científica. Esto se evidencia cuando la docente investigadora inicialmente decide “trabajar con ellos la ficha de actividad de indagación, desde el planteamiento del problema, para ello un estudiante leyó la situación significativa, el reto y los propósitos de la actividad” (DR4-3). Además, reflexiona diciendo, “...durante el diálogo los estudiantes proponían diferentes alimentos...y yo les permitía que experimenten con todos ellos. Además, salían comentarios interesantes sobre la vida diaria” (DR13-3). Esto significa que los estudiantes están implicados en las actividades de indagación desde el inicio de la sesión, al proponer los materiales y procedimientos para su experimentación (Sousa, 2018).

Asimismo, la tecnología es bien aprovechada y esto lo expresa un estudiante diciendo que “la tecnología fue una gran herramienta, sobre todo las de comunicación como...*Telegram, WhatsApp, Edmodo* nuestra anterior plataforma, para actividades *Classroom, Zoom* y otras y nos ayuda de manera directa” (E9-5). Tal como lo sostiene Pradas (2017), se hace evidente el uso pedagógico de la tecnología cuando revisan los recursos compartidos en el aula virtual.

Un aspecto importante es que se presentan los propósitos de la sesión al iniciarla; por ejemplo, cuando la docente “...enfaticó de que el objetivo principal era que planteen preguntas de indagación, que formulen hipótesis, que diseñen una indagación, que analicen los resultados y los comuniquen” (DR8-3) para el caso de una sesión de indagación. Y del mismo modo, cuando se da “orientaciones para la redacción de los textos argumentativos a partir de las retroalimentaciones de algunos productos enviados” (DR10-5), para cuando se trataba de una sesión orientada a la redacción de los textos argumentativos. De

cualquiera de las dos maneras, lo que se busca es activar la memoria de trabajo y generar nuevas conexiones cerebrales (Harper, 2019; Demera y López, 2020).

En el caso de los estudiantes, esto se evidencia cuando expresan que se genera un ambiente favorable durante la sesión, lo cual les permite comprender el propósito y las actividades a realizar manteniendo siempre una disposición favorable hacia el aprendizaje de las ciencias. Por ejemplo, uno de ellos responde que “siempre lo veo interesante ya que básicamente a mí la ciencia me llama la atención siempre me ha dado curiosidad mucho la ciencia” (E1-3). En otra entrevista, una estudiante manifiesta que:

en cuanto a la materia que usted maneja, yo considero que está bien, que usted hace un esfuerzo en incluir bastante a los alumnos para que participen, que ellos también indaguen, investiguen y eso es algo que a mí me gusta...para mí está bien claro...la presentación de dispositivas, para presentar el tema, los enlaces para las páginas web, los tutoriales para usar algunas cosas e investigar y a mí me gusta y me sirve (E8-5)

De igual manera, otra estudiante expresa que se comprende mejor cuando recibe la retroalimentación a sus producciones por parte de la docente. Así, manifiesta que “Bueno...durante la clase, nos ayuda a solucionar algunas dudas que tengamos, por ejemplo, cuando deja los textos argumentativos he visto que me suele dejar comentarios, como qué le pareció o qué es lo que podría mejorar” (E7-5). Esto confirma lo manifestado por Sousa (2018) respecto a la inmediatez a la cual están acostumbrados los estudiantes y que, por tanto, el “*feedback* inmediato y específico es uno de los factores más poderosos para incrementar el rendimiento académico” (p.86).

Por otro lado, la docente investigadora comprende la importancia de seguir una secuencia metodológica utilizando recursos tecnológicos (Pradas, 2017). Para el caso de las sesiones de indagación y/o modelización se tiene como referencia la clasificación de López et al. (2017) y Aparicio (2018). En ese sentido, se utilizaron recursos como videos (DR1-5), simuladores *Phet* (DR7-5), audios de música (DR11-5) y herramientas como *Mindomo* (DR5-3), hoja de cálculo *Excel* (DR7-5), *Mentimeter* (DR11-5) y *Kahoot* (DR12-5). Para el caso de las sesiones de argumentación se utilizan videos y Google académico (DR6-5). Sin embargo, dadas las limitaciones de algunos estudiantes con el acceso a Internet se utiliza también *WhatsApp*. De esta manera, se evidencia la integración de la tecnología de manera pertinente (Casanova, 2017), respondiendo a la manera cómo aprenden (Sánchez-Cabrera et al., 2019; Islas, 2021) e introduciendo elementos novedosos (Sousa, 2018).

Además, durante las sesiones siempre se fomenta el trabajo colaborativo, por ejemplo, cuando la docente dice que “lo interesante de esta etapa fue que digité todas las posibles preguntas propuestas por cada estudiante y entre todos se fueron analizando hasta quedarnos con la pregunta mejor planteada, en la que se indicaban sus variables” (DR4-3). En este caso, se fomenta la toma de decisiones a través de un consenso fundamentado, muy propio del carácter social de la ciencia (Gellon et al., 2019).

Los estudiantes logran desarrollar las habilidades de las prácticas científicas apoyados del uso de los recursos tecnológicos. Así por ejemplo, en cuanto a la argumentación, un estudiante expresa que “mayormente el texto argumentativo es lo que hago último porque necesito recolectar información de las anteriores actividades” (E10-5), es decir, de las actividades de indagación;

con referencia precisamente a esta dimensión, otro estudiante manifiesta que las actividades “no son muy difíciles, es cuestión sólo de experimentar, en cierta forma cuando se hacen esas actividades te sientes con la pasión de experimentar, de descubrir cosas nuevas...”(E7-5) y respecto a la modelización un estudiante responde:

...primero empezamos por un lugar donde en eso somos muy buenos, pero luego vamos entendiendo y agarrándole el hilo, así como con el brazo mecánico, creo que fue el tema entre comillas más difícil, aunque no era tan difícil porque luego le agarre la ilación y fue divertido construirlo también...(E9-5)

Sin embargo, la docente investigadora debe seguir averiguando sobre otras estrategias para la evaluación de los productos de los estudiantes.

5.1.5 Reflexión sobre el desarrollo de la argumentación científica de los estudiantes luego de aplicación del plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la Neurotecnología educativa (OE5).

Luego de la caracterización de la práctica pedagógica, la docente investigadora asume el reto de conocer cómo se estimulan y potencian las prácticas científicas, en el marco del conectivismo, del socioconstructivismo y del desarrollo del cerebro fuertemente influenciado por la tecnología y las emociones. Al finalizar la propuesta, ejecución del plan de acción y realizado el análisis de las observaciones en el aula, se presenta, a continuación, la reflexión desde la perspectiva de las tres categorías de estudio.

❖ Argumentación científica

En un inicio, la forma de abordar la argumentación científica en el aula era limitarme a solicitar a los estudiantes una explicación muy sencilla y elemental de los fenómenos científicos estudiados. Básicamente, luego de una experiencia de laboratorio, consideraba a las conclusiones como la forma en que los

estudiantes fundamentaban los resultados. Ahora, luego de la revisión de la teoría, me doy cuenta de que, prácticamente descuidaba el desarrollo de esta competencia científica, ya que las conclusiones forman parte de las prácticas científicas, en la dimensión de indagación y la argumentación científica consiste en elaborar justificaciones, con base en evidencias científicas, a proposiciones fundamentadas para explicar hechos o fenómenos del entorno.

Asimismo, aprendí que existen diversos modelos de argumentación, no obstante, los mismos autores consideran al modelo de Stephen Toulmin como aquel que se adapta a entornos educativos y, además, la presencia de sus elementos en el texto asegura la calidad de su redacción. Por eso, decidí incluir este modelo para innovar mi práctica pedagógica y también para desarrollar la competencia de la argumentación científica en los estudiantes acercándolos al estándar del VII ciclo.

Una estrategia que utilicé, en una de las sesiones para ayudar a los estudiantes a encontrar el tema de sus textos argumentativos científicos fue involucrarlos en temas actuales y/o socio científicos. Por ejemplo, “utilicé el ejemplo de convencer al lector de la vacunación contra la COVID-19” (DR6-5) y eso los llevó a buscar “argumentos para fundamentar por qué es importante vacunarse” (DR6-5). Y esto nos llevó a seguir conversando sobre “...las ollas comunes, que, dada la pandemia, revive el tema de la contaminación ambiental” (DR6-5), lo cual generó interés por abordar el tema por otro grupo de estudiantes.

Otra estrategia que utilicé para que mejoren la calidad de sus redacciones fue socializar uno de los productos anteriores para identificar los elementos del texto argumentativo según el modelo de Toulmin. Esta decisión, basada en el socio constructivismo, fue debido a que observé que muchos estudiantes se

desmotivan cuando sus producciones no son socializadas o no reciben la retroalimentación a tiempo. Algunas reflexiones que registré en mis diarios reflexivos fueron sobre la inclusión de signos de puntuación para identificar las ideas principales (DR9-3); la precisión del tema central a partir de repreguntas (DR10-5); la ejemplificación del uso de adverbios o adjetivos para asignar los calificadores modales (DR6-5); la forma de citar las fuentes (DR9-3) y la elaboración de las conclusiones (DR9-3). Estas mejoras se realizaron durante la sesión virtual, en la cual se recibieron los aportes, tanto de la docente como de los estudiantes. Sin duda, se observaron mejoras en una segunda redacción del texto las que se pueden apreciar en el Apéndice H.

Sin embargo, más allá de exigir a los estudiantes a seguir con un formalismo basado en algún modelo, pienso que sería necesario fortalecer los pasos que conducen a una argumentación científica de calidad; me refiero a que los estudiantes, de manera gradual, puedan seguir ciertos niveles de explicación: fundamentación y justificación antes de argumentación científica.

Luego de observar los productos de los estudiantes, puedo ratificar lo expresado en el párrafo anterior. Los contrargumentos y calificadores modales deben incorporarse luego de haber fortalecido el aspecto de la argumentación para evitar desmotivar a los estudiantes hacia el logro de la competencia. En ese sentido, pienso que debí explicárselo mejor a los estudiantes, utilizar un lenguaje más sencillo “los autores que hablan sobre mi tema y también los autores que no van en la línea de mi opinión. Lo importante es determinar lo que está a favor o en contra respecto de nuestra línea de pensamiento y cómo eso enriquece nuestro texto porque genera una nueva línea de investigación” (DR5-3). La expresión “línea de...” al parecer debe ser mejorada en futuras intervenciones.

❖ Prácticas científicas

En un inicio, la forma de abordar las prácticas científicas en el aula era limitarme a desarrollar actividades de experimentación basadas en el método científico y si bien, les indicaba a los estudiantes que elaboren algunas representaciones científicas, lo realizaba de manera desarticulada a la indagación y mucho menos lo relacionaba con la argumentación. Ahora, luego de la revisión de la teoría en la que aprendí que tanto la modelización como la argumentación forman parte de las prácticas científicas, decidí incluirlas en mi práctica pedagógica acercando a los estudiantes hacia el estándar del VII ciclo.

En relación con la modelización, observé que en algunas ocasiones traté de que los estudiantes elaboren sus propias representaciones, pero con la finalidad de acompañar las presentaciones finales. El enfoque que ahora le doy es de promover la elaboración de modelos científicos escolares para explicar y fundamentar algún fenómeno de estudio. Inicialmente, fue difícil lograr que los estudiantes diseñen un modelo para el fenómeno en estudio. Una de las estrategias que utilicé, en ese caso, fue la presentación de videos en donde podían seguir las instrucciones para su elaboración (DR12-5).

Sin embargo, cuando los estudiantes no lograban elaborarlo recurrí a los simuladores virtuales (DR7-5). Con estos recursos, además de mostrar el modelo, servían para desarrollar habilidades de indagación como inferir y registrar datos. Así lo registré en uno de los diarios reflexivos: “El registro de datos permitió reforzar conceptos de masa, peso, elongación, redondeo de decimales y la relación entre fuerza y constante de elongación” (DR7-5).

Respecto a la indagación, una de las estrategias que utilicé fue considerar la socialización de las propuestas de los problemas de indagación, toda vez que este es el punto de partida de la indagación científica y que por experiencia sé que es difícil para los estudiantes formularla. Algunas reflexiones que registré en mis diarios reflexivos fueron:

Los estudiantes eligieron la pregunta ¿Cómo varía la edad varía con la frecuencia cardíaca? Pero yo deseaba que eligieran esta ¿Cómo la edad influye en su frecuencia cardíaca al realizar una actividad física? Parece que no ven aun la importancia de la palabra “*influye*”. En fin, por ahora acepté la pregunta anterior. (DR8-3)

Otra estrategia que utilicé y que mejoró posteriormente la realización de la indagación fue la socialización de las actividades para ser enriquecidas por los aportes, tanto de la docente como de los estudiantes. Así, un grupo socializó la situación significativa, el reto y desarrollaron toda la actividad, los cuadros de doble entrada, los gráficos obtenidos, el análisis y las conclusiones (DR14-5); en otra ocasión los llevé a reflexionar sobre sus planteamientos, por ejemplo, “...Al leer la hipótesis pregunté al grupo:” ¿responde la hipótesis a la pregunta planteada?”. Todos quedaron en silencio. Es que en realidad no estaba relacionada y quería que cualquier estudiante pueda analizar” (DR15-3); y lo más importante fue que “...con estas intervenciones me daba cuenta de que ellos mismos, sin saberlo, estaban proponiéndola estrategia de la indagación” (DR8-3). De esta manera, considero que he innovado mi práctica pedagógica al incluir los principios pedagógicos para la enseñanza de las ciencias según el enfoque de las prácticas científicas (García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018).

En cuanto a la argumentación, ampliando un poco más de lo reflexionado en la categoría de argumentación científica, me dediqué más a desarrollar pequeños momentos de reflexión en clase. Así, por ejemplo, les dije: “entonces

tienen dos diseños, este fue sujetado con un ganchito. ¿Qué significa que se rompe la cuerda? Un estudiante responde que sobrepasó la resistencia...” (DR3-5), lo cual me confirma que es necesario fijar la habilidad de fundamentar antes de justificar pues lo que ocurrió anteriormente fue que le solicité al estudiante que averigüe si existía alguna ley que explique o fundamente ese fenómeno. Y así fue, “cuando ubiqué la ley de Hooke, la analizamos” (DR2-5) y así lograron explicar lo ocurrido en la experimentación.

❖ **Neurotecnología educativa**

En un inicio, la forma de integrar los recursos tecnológicos en el aula facilitaba mi labor docente pero poco apuntaba al desarrollo de las competencias en los estudiantes. Ahora, luego de la revisión de la teoría en la que aprendí que es importante conocer el desarrollo del cerebro en relación con el aprendizaje y de que existen propuestas metodológicas para utilizar de manera pedagógica y tecnológica los recursos, decidí incluirlas en mi práctica pedagógica acercando a los estudiantes hacia el estándar del VII ciclo y a una de las competencias transversales del Currículo Nacional.

Del mismo modo, fue necesario comprender la relación entre neuroplasticidad y aprendizaje, lo cual me permitió repensar mi trabajo pedagógico diario e innovar mi metodología y las actividades que propongo a mis estudiantes e integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de manera pertinente. (Casanova, 2021).

Considerando la propuesta de Pradas (2017) puedo decir que, respecto a la *contextualización*, se permitió el diálogo en clase para que los estudiantes propongan materiales de su entorno a utilizar en sus indagaciones. Además, salían comentarios interesantes sobre la vida diaria.

En cuanto a los *objetivos*,” Me gustó la respuesta de un estudiante cuando planteó hacer una fórmula para obtener o calcular la frecuencia cardiaca” (DR8-3), también cuando “a partir de la única propuesta de Aprendo en Casa, se ha buscado la aplicación en otras experiencias” (DR14-5). En otras ocasiones el propósito, “fue revisar los avances de los textos argumentativos para ir mejorando sobre todo en la redacción, la presentación y la estructura” (DR9-3, DR10-5), lo cual ayudó a los estudiantes a mejorar aspectos puntuales.

En relación con la dimensión de *docente*, puedo decir que la plataforma *Google Classroom* ayudó plenamente a compartir las lecturas, videos y otros recursos en donde los estudiantes podían encontrar sus argumentos (DR7-5), también recurrí a la modelización para demostrar la forma de citar y redactar un contraargumento y a partir de preguntas orientadoras durante la socialización de sus redacciones, comprobé que los estudiantes recordaban la finalidad y la estructura de un texto argumentativo al mismo tiempo que los alenté a seguir indagando fundamentos teóricos para sus textos (DR9-3).

En relación con la dimensión *estudiante*, observé que la estrategia de establecer un diálogo sobre la indagación que iban a realizar, hacía que algunos se motivaran a buscar nuevas rutas de indagación, por ejemplo, un estudiante me preguntó: “yo quisiera averiguar otra forma de sacar almidón de los alimentos” (DR15-3), otro estudiante reflexionó ante la pregunta: “¿Para qué vas a realizar la indagación?, respondieron: para establecer la influencia de la edad de las personas en su frecuencia cardiaca durante los ejercicios físicos” (DR8-3), demostrando así que comprendían el propósito y el producto de la sesión. En efecto, durante la socialización de sus indagaciones un estudiante “...explicó el

problema, la hipótesis, el diseño en la experimentación, el registro de datos en tablas de doble entrada, gráficos y conclusiones” (DR14-5).

Sin embargo, mi mayor satisfacción fue poder innovar la dimensión *instrumentos*, ya que logré que los estudiantes utilicen las herramientas digitales con fines pedagógicos y tecnológicos. Por ejemplo; “les demostré el uso de *Google académico* y cómo descargar un artículo desde una base de datos” (DR6-5), además “...se inició con el simulador *Phet* que permite averiguar la constante de elasticidad, la misma que se encuentra en la relación de la ley de Hooke” (DR7-5), a continuación “expliqué el uso de la aplicación Excel para el registro de datos y posteriormente la generación de los gráficos” (DR7-5) y también se utilizaron las herramientas digitales para los momentos de evaluación tal como lo describo en el siguiente fragmento de uno de mis diarios reflexivos: “Pero había elaborado una actividad lúdica en la herramienta *Kahoot* para que, a manera de evaluación, recuerden los conceptos básicos sobre los pasos de la indagación” (DR12-5), más aún, logré cautivar la atención de los estudiantes cuando les solicité compartir sus ideas a través de una nube de palabras y luego de escuchar una música (audio) y lo describí en mi diario de esta manera:

Para esta sesión tenía dos recursos sorpresa relacionadas al tema: una canción y un video y les pregunté: ¿Cuál desean ver primero? Suponía que iban a decir la canción y no me equivoqué, es que era un recurso novedoso, la música mueve a los adolescentes...Entonces les compartí el enlace de la herramienta *Mentimeter* y repetí el audio para que al mismo tiempo puedan digitar las palabras. Les indiqué también que pueden digitar en el chat... Al finalizar la actividad se obtuvo una nube de palabras interesante con aproximadamente 24 palabras (DR11-5)

Esto se corrobora con la investigación realizada por Wallon et al., (2018) en la cual los resultados evidenciaron mejoras en la segunda iteración respecto a la capacidad de argumentar científicamente a través del aprendizaje basado

en juegos, ayudados por instrucciones explícitas del docente y el apoyo de materiales.

Estas reflexiones me sirvieron para continuar, en una siguiente sesión, con la proyección del video sobre relleno sanitario el cual me sirvió para innovar el siguiente indicador de *procesos y actividades*. En ese sentido, realicé dos tipos de actividades: una destinada a la argumentación científica y la otra en relación con la indagación científica.

Respecto a la argumentación científica, como lo mencioné anteriormente, tenía el antecedente de la canción en relación con la contaminación ambiental, lo cual me llevó a presentarles un video sobre el relleno sanitario y a continuación formé grupos de debate en *Zoom* para que a manera de diálogo respondan preguntas y luego se socialice a la clase. Para eso, “Se indicó que las respuestas deben presentarlas en un organizador visual, puede ser utilizando *Mindomo* u otro. Este organizador les servirá para generar ideas, fundamentos o argumentos para su texto argumentativo” (DR11-5). Al finalizar las presentaciones, ya tenían más de un argumento para sus textos. Y este es una de las expresiones de los estudiantes

Para mí esteeeee... investigar el realizar textos y.... hacer experimentos no es un problema para mí ya que eso al contrario me encanta realizar como tema como buscar...quiero decir como busco información y de esa información aprendo y con mis propias palabras voy redactando un texto...(E1-3)

Respecto a la indagación científica, “se explicó que cada grupo iba a desarrollar una experiencia diferente” (DR12-5) y en verdad debían elaborar un modelo científico escolar para explicar el comportamiento de los fluidos. Al escuchar las expresiones de los estudiantes, uno de ellos manifiesta que “Mayormente sí me siento cómodo, porque el problema si lo veo solucionable así

hay varios caminos para la solución de problemas...me abre ideas de cómo solucionarlo de distintas formas..." (DR10-5). Esto significa que asumieron el reto de indagar diferentes maneras de experimentar.

Finalmente, en la dimensión *evaluación*, también se lograron innovaciones en la dimensión de indagación, porque "El primer grupo que presentó lo hizo bien y analizamos cada parte de la indagación, se enfatizó que el problema y la hipótesis se debe relacionar" (DR15-3) y también un estudiantes pudo darse cuenta de las relaciones que se establecen entre el problema y la hipótesis cuando dice que "la hipótesis está respondiendo a un procedimiento cuando la pregunta está orientado al tipo de alimento" (DR15-3) y por tanto hay que reformular la hipótesis.

Uno de los momentos significativos fue cuando se realiza la evaluación de los textos argumentativos. Ante su socialización, se reciben los comentarios de los estudiantes, por ejemplo:

Les leí el primer párrafo del texto argumentativo y les pregunté ¿Cómo se sienten luego de leer este párrafo? Un estudiante dijo que le gusta el párrafo, pero debería ser más directo; otros dijeron que les parecía educado porque sentían que les iba a explicar sobre el tema de una manera formal. Y felizmente, una estudiante mencionó lo que yo deseaba: la redacción era un tanto agresiva. (DR9-3)

❖ **Categorías emergentes**

Un aspecto importante fueron las tres subcategorías emergentes que surgieron en la dimensión de *profesor* (2) y *evaluación* (1) durante las entrevistas a los estudiantes.

El *refuerzo* por parte de la docente investigadora fue una subcategoría que merece destacar, dado que los estudiantes así lo reconocieron al expresar que "...aparte que nos refuerza, también le podemos hacer preguntas y usted

pues...nos explica de nuevo y eso es muy importante” (E11-5) y en otra intervención el estudiante complementa que “...puede incluso utilizar información adicional, por ejemplo, los ppt que envía por el *Classroom*,...también nos ayuda a entender algún punto específico” (E12-5).

La *atención oportuna* fue otra subcategoría que fue importante para los estudiantes, sobre todo en la modalidad virtual. La valoración de los estudiantes a este aspecto fue expresada como que: “...siempre se puede acudir a la profesora para disipar cualquier duda que se tenga y ella siempre está allí para ayudarnos a entender cómo conseguir ese objetivo y nos facilita esa tarea” (E12-5); es decir, que esta atención rápida fue por *WhatsApp*, personal o grupal (E5-3) y así “...logré comprender, la última vez cuando hicimos el brazo mecánico me explicó muy bien y lo entendí y también le expliqué a mis compañeros de paso...”(E10-5).

La *revisión externa* es un aspecto que los estudiantes asumieron por la necesidad de aprobación de sus producciones. Así, consideraron la revisión de sus redacciones por parte de algún familiar y en ese sentido, una estudiante expresa que: “Digamos siendo honesta, no tengo una estructura clara para evaluarme, pero usualmente hay veces que, como le he mencionado que se lo he dado a algún familiar para que lo lea” (E8-5) o por parte de los compañeros de clase: “...nosotros le dimos nuestra opinión sobre ello para que le vaya agregando más cosas o incluso vaya modificando un poco el texto, para que éste sea más entendible para otras personas” (E1-3).

❖ **Lecciones aprendidas**

Finalmente, me gustaría reflexionar sobre lo que expresan los estudiantes respecto a sus aprendizajes, en relación con las prácticas científicas y la

argumentación; es decir, ver el impacto que experimentaron luego de la ejecución del plan de acción por la docente investigadora. Estos comentarios dieron origen a la red semántica que se muestra en la figura 59 y que puede describirse de la siguiente manera:

En la parte superior, se muestran las relaciones de los comentarios respecto a las prácticas científicas. Se destaca, por ejemplo, el hecho de generar curiosidad por conocer los procesos biológicos, físicos y fenómenos naturales de la vida diaria (E12-5); considerar a la experimentación como una forma de obtener información para argumentar y la importancia de la argumentación para presentar hechos (E7-5); para vivenciar los procedimientos que se van demostrando o verificando (E9-5) porque “siempre experimentar es mejor porque...si tú mismo lo haces creo que se queda más grabado, por ejemplo, el experimento del almidón hasta ahorita me acuerdo como es con el procedimiento” (E4-3).

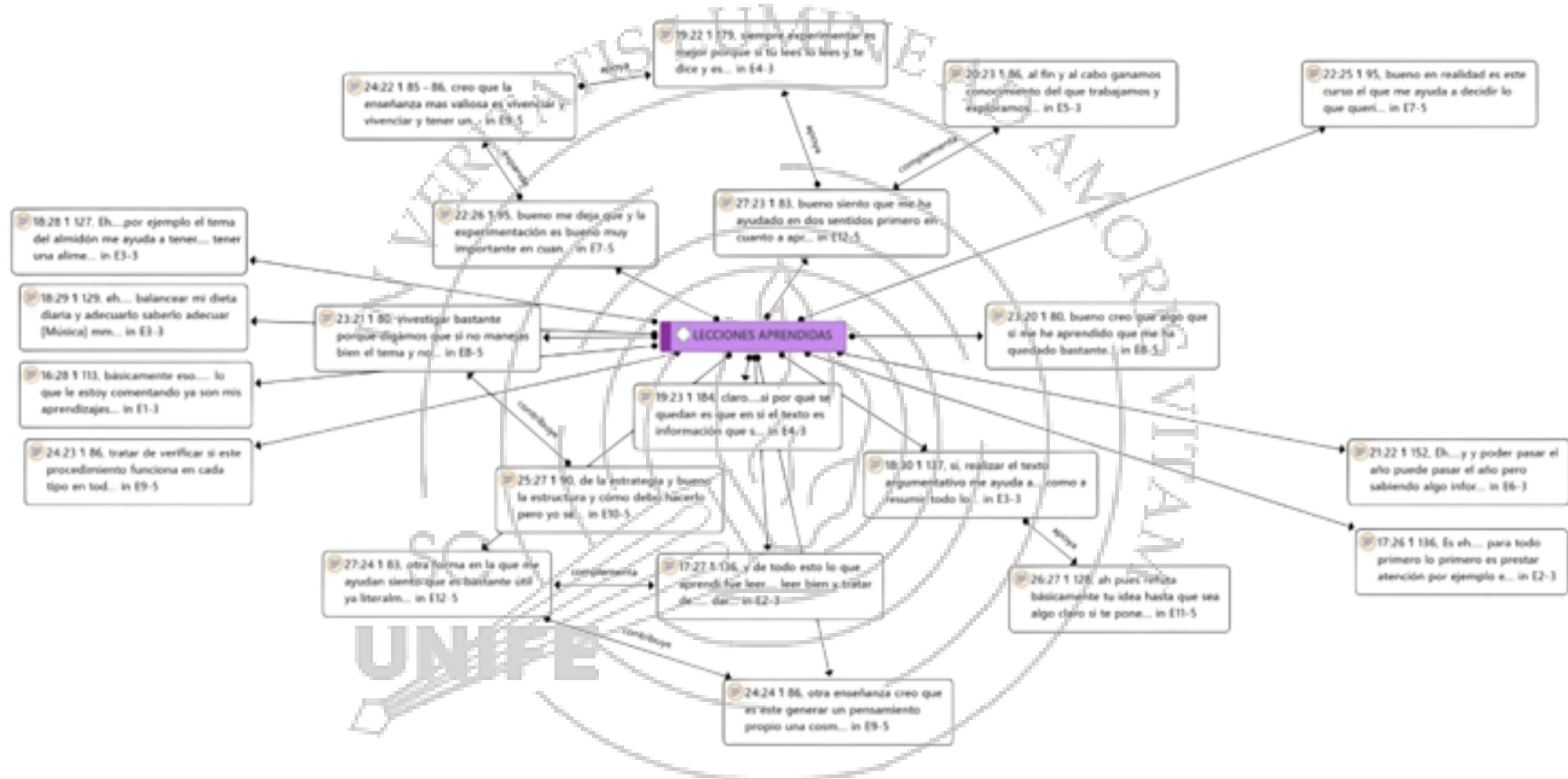
En la parte inferior, se muestran las relaciones de los comentarios respecto a la argumentación científica. Se destaca, por ejemplo, el hecho de conocer la estructura de un texto argumentativo y en el caso de la experimentación les ayuda a ver distintas formas de cómo solucionar un problema (E10-5); les ayuda a la comprensión lectora, a retener información, indagar y organizar información (E12-5); a dar una opinión, saber que, si nos equivocamos, aprendemos de nuestros errores (E2-3); a generar un pensamiento propio, a saber por qué decimos algo (E9-5); “realizar el texto argumentativo me ayuda a resumir todo lo que aprendo y al final logro transmitir un mensaje a las demás personas de mi familia, de mi comunidad, mis amigos” (E3-3).

Y además de poder aplicar lo aprendido a situaciones de la vida diaria, se puede resumir en que con estas actividades es necesario tener claro una estructura, buen manejo del tema e investigar, de lo contrario no se puede empezar ni terminar algo (E8-5). A continuación, se presenta la red semántica obtenida.



Figura 59

Red semántica de las lecciones aprendidas



Nota. Elaboración propia a partir de las respuestas a la última pregunta de la entrevista a estudiantes.

Luego de esta reflexión exhaustiva sobre mi práctica pedagógica, puedo afirmar que mis sesiones de aprendizaje se mejoraron en el sentido de considerar, en primer lugar, a las tres dimensiones de las prácticas científicas: modelización, indagación y argumentación, las que se trabajaron de manera integrada y en varias sesiones. Los estudiantes elaboraron sus modelos científicos escolares de manera colaborativa y lo utilizaban para obtener información al aplicarlo en la indagación. Posteriormente, los resultados obtenidos y enriquecidos por la búsqueda de información en fuentes confiables dieron origen a sus textos argumentativos que también fueron socializados para ser mejorados. Estas innovaciones tienen su fundamento en la forma de enseñar las ciencias según Osborne (2014), el ciclo de la modelización de Couso (2020), el ciclo de la indagación de Jiménez-Liso (2020), el modelo de argumentación de Stephen Toulmin y la propuesta metodológica de Pradas (2017).

Sin embargo, aún identifico algunas limitaciones en algunos aspectos explicados en cada categoría y que, siguiendo la línea de la investigación-acción, pueden formar parte de una nueva iteración. Por lo tanto, presento a continuación algunas propuestas de mejora en cada categoría de estudio.

5.1.6 Propuesta de mejora para desarrollar la argumentación científica escolar (OE6).

A continuación, se presentan las propuestas de mejora en función a las tres categorías de estudio:

❖ Argumentación científica

- a.- Elaborar actividades orientadas a generar justificaciones y fundamentaciones de manera gradual hasta llegar a la argumentación.

b.- Elaborar sesiones de debates a partir de situaciones controversiales que permitan a los estudiantes indagar por fundamentos a favor y en contra.

c.- Elaborar actividades para ejercitar a los estudiantes en la redacción de contraargumentos y en el uso de calificadores modales.

❖ **Prácticas científicas**

a.- Fortalecer las actividades que desarrollen las habilidades de registro de datos y generación de gráficos estadísticos con ayuda de software.

b.- Establecer criterios de diseño para la elaboración de los modelos científicos escolares en una rúbrica.

c.- Establecer criterios de evaluación de los textos argumentativos en una rúbrica.

❖ **Neurotecnología educativa**

a.- Revisar nuevas herramientas digitales que permitan organizar la información de manera colaborativa.

b.- Fortalecer mis habilidades como docente en la redacción de situaciones significativas.

5.2 Desarrollo de la argumentación científica según los enfoques de las prácticas científicas y la neurotecnología educativa (OG).

Finalmente, se explican el desarrollo de la argumentación científica escolar desde las categorías de estudio propuestas en la presente investigación:

❖ **Argumentación científica**

Los estudiantes desarrollan la competencia de la argumentación científica a partir de la aplicación de sesiones de aprendizaje según los enfoques de las prácticas científicas y de la neurotecnología educativa. Esto significa que los

estudiantes redactan textos argumentativos teniendo como referencia el modelo argumentativo de Stephen Toulmin y a partir de las indagaciones científicas basadas en el método científico y con el apoyo de los recursos tecnológicos. En estos textos se utilizan los resultados de las experiencias de laboratorio y la información científica como resultado de la revisión bibliográfica. En otras ocasiones, los textos argumentativos versan sobre temas científicos de interés de los estudiantes pudiendo ser temas sociocientíficos o medioambientales. En ese sentido, las producciones pueden clasificarse en: argumentaciones sobre teorías científicas y argumentaciones sobre temas de interés social.

❖ **Prácticas científicas**

Los estudiantes desarrollan las habilidades de las tres dimensiones de las prácticas científicas: modelización, indagación y argumentación las cuales están en estrecha relación con los pasos de la metodología científica (Oliva, 2019; Couso, 2020; Jiménez-Liso, 2020 y Jiménez, 2020). En la modelización, los estudiantes diseñan, elaboran y validan sus modelos científicos escolares. De esta manera, obtienen datos que son útiles en la indagación. Además, pueden proponer mejoras a sus modelos iniciales para optimizarlos. En la indagación, los estudiantes se ejercitaron en la problematización, es decir, en la formulación de una pregunta e hipótesis de indagación. Luego definieron estrategias para comprobar sus hipótesis, registraron y analizaron datos, elaboraron sus conclusiones y finalmente lo socializaron. En la argumentación, los estudiantes consideraron los resultados de sus indagaciones como argumentos de sus tesis, integrándolos a la información de fuentes confiables.

❖ **Neurotecnología educativa**

Los estudiantes desarrollaron actividades utilizando recursos tecnológicos que apoyaron la modelización, indagación y argumentación. Debido a que las sesiones se desarrollaron en la plataforma *Google Meet*, para el caso de la modelización e indagación fueron muy útiles los simuladores, laboratorios virtuales, recursos lúdicos de producción colaborativa como *Kahoot*, *Mentimeter*, videos en *YouTube*, *Flipitty*, audios musicales y otros recursos de conocimiento propio de los estudiantes. En el caso de los debates o diálogos virtuales y la socialización fueron muy útiles las plataformas *Zoom*, *Google Meet* y *WhatsApp*. Estos recursos se seleccionaron para sesiones específicas según los criterios pedagógicos y tecnológicos (Pradas, 2017) manteniéndose la atención y la actividad mental lográndose involucrar a casi la mayoría de los estudiantes en las actividades encomendadas.

Al finalizar la presente investigación, se puede decir que, en virtud de los objetivos propuestos en el plan de acción y en la matriz de consistencia de la investigación, la docente investigadora logró los objetivos propuestos los cuales guardan estrecha relación con las categorías de estudio. No obstante, queda el compromiso de continuar en la mejora de su práctica docente en el marco de la investigación - acción, para elevar los niveles de logro de las siguientes generaciones y alcanzar los estándares establecidos en el Currículo Nacional.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber finalizado la presente investigación se presentan las conclusiones en función a los objetivos propuestos y las recomendaciones.

6.1 Conclusiones

Considerando la naturaleza del diseño de investigación-acción se concluye que:

1.- Desde el punto de vista estructural, los textos argumentativos escolares presentaron en la mayoría de los casos, tesis y conclusión, y las ideas principales no guardaban relación lógica ni coherencia.

2.- Desde el punto de vista del modelo de Toulmin, los textos argumentativos carecían de calificadores modales, contraargumentos y justificaciones.

3.- Desde el punto de vista comunicacional, en la mayoría de las redacciones, los estudiantes describían hechos científicos en lugar de explicarlos con fundamentos teóricos.

4.- Desde el punto de vista metodológico, se observó una fuerte dedicación, de parte de la docente investigadora, por el desarrollo de la indagación aplicando el método científico debido al desconocimiento de las otras dimensiones de las practicas científicas y a los modelos de argumentación científica escolar.

5.- Las sesiones de aprendizaje innovadoras, basadas en los enfoques de las prácticas científicas y de la Neurotecnología educativa, lograron desarrollar la argumentación científica escolar.

6.- En las sesiones de aprendizaje innovadoras se utilizaron recursos tecnológicos según el enfoque de la Neurotecnología educativa. De ellos los que más contribuyeron al desarrollo de la argumentación científica fueron los audios musicales, los simuladores y las plataformas para debates o diálogos virtuales.

7.- En las sesiones de aprendizaje innovadoras se utilizó el método científico y la estrategia de elaboración de modelos escolares, según el enfoque de las prácticas científicas. Esto permitió que los estudiantes adquieran experticia en la formulación de preguntas e hipótesis de indagación, en la elaboración del diseño de la experimentación, en la comparación y análisis de resultados y en la socialización de sus productos.

6.2 Recomendaciones

A continuación, se presentan algunas recomendaciones, luego de realizar la presente investigación:

❖ A nivel del Ministerio de Educación

- Incluir en el plan de estudios de la formación docente el desarrollo de actividades considerando los tres enfoques de las prácticas científicas: modelización, indagación y argumentación.

- Incluir en el plan de estudios de la formación docente la integración de las TIC aplicado a los enfoques de las prácticas científicas.

- Integrar en el plan de estudio de la formación docente conceptos relacionados a la Neurociencia y Neurotecnología educativa.

- Implementar el área de investigación educativa estipulado en la Ley de la Carrera Pública Magisterial para fortalecer el rol del docente investigador.

- Unificar a 06 horas pedagógicas de clase en el plan de estudios del área de ciencia y tecnología en el nuevo Currículo Nacional 2023.

❖ **A nivel de Unidad de Gestión Educativa Local**

- Realizar acciones de fortalecimiento a los docentes en los tres enfoques de las prácticas científicas: modelización, indagación y argumentación.

- Realizar acciones de fortalecimiento a los docentes en el diseño de investigación-acción para afirmar el rol del docente investigador.

❖ **A nivel de Institución Educativa – aula de clase**

- Generar espacios de debate en el aula para fortalecer las competencias argumentativas en ambas modalidades: oral y escrita.

- Desarrollar una estrategia de andamiaje para fortalecer las habilidades de fundamentación y justificación para luego llegar a la argumentación científica escolar.

- Fomentar el desarrollo de proyectos integradores entre áreas curriculares que coincidan en el desarrollo de la argumentación científica escolar.
- Generar espacios de intercambio de experiencias educativas como producto de la reflexión personal y/o colectiva en el marco de la investigación-acción.



REFERENCIAS

- Aktamiş, H., y Hiçde, E. (2015). Assessment of argumentation models used in science education. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(35), 136-172.
- Aparicio, O. (2018). Las TIC como herramientas cognitivas. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 11(1), 67-80.
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting.
- Benavides, F., e Izquierdo, P. (2016). Diseño instruccional para argumentación científica en línea. *Interdisciplinaria*, 33(2), 231-249.
- Buitrago, Á., Mejía, N. y Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 13(63), 17-39.
- Buriticá, W., Fernández, D., y Upegui, M. (2015). Argumentación y uso de aplicaciones web 2.0 en la Educación Básica. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 58-64.
- Caicedo, H. (2017). *Neuroaprendizaje. Una propuesta educativa*. Ediciones de la U.
- Cartagena, E. (2018). *Fortaleciendo nuestras capacidades argumentativas y deliberativas empleando estrategias SAC y blogs para abordar asuntos públicos*. [Tesis de Segunda especialidad, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13070>
- Casanova, L. (2021). Incorporación de la neurotecnología educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *REDIELUZ*, 11(1), 135 – 139.
- Chamizo, J. A. (2017). *Habilidades de pensamiento científico. Los diagramas heurísticos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chion, A., Meinardi, E., y Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 987-1001.
- Chitnork, A., y Yuenyong, C. (2018). Grade 10 Thai students' scientific argumentation in learning about electric field through science, technology, and society (STS) approach. *In AIP Conference Proceedings*. 1923 (1), 030013. AIP Publishing LLC.
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. *Enseñando ciencia con ciencia*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, 63-74. <https://bit.ly/3cxAd1u>

- Crujeiras-Pérez, B. y Cambeiro, F. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(1), 1201(1) -1201(9).
- Demera, K., y López, L. (2020). Neuroaprendizaje como propuesta pedagógica en educación básica. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (abril 2020)*. 1- 11
- Deng, Y. y Wang, H. (2017). Research on evaluation of Chinese students' competence in written scientific argumentation in the context of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 127-150.
- Faelt, S., Samiphak, S., y Pattaradilokrat, S. (2018, January). Effects of socioscientific issues-based instruction on argumentation ability and biology concepts of upper secondary school students. *In AIP Conference Proceedings*. 1923 (1) AIP Publishing LLC.
- Feria, H., Matilla, M. y Mantecón, S. (2019). La triangulación metodológica como método de la investigación científica: Apuntes para una conceptualización. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 10(4), 137-146.
- Fernández, M., León, A. y Ferrer, S. (2021) Aspectos medulares de la investigación acción como método de la investigación social. *Consensus (Santiago)-Revista interdisciplinaria de investigación*, 5(2), 29-54.
- Forni, P. y Grande, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas. *Revista mexicana de sociología*, 82(1), 159-189.
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- García-Carmona, A., y Acevedo-Díaz, J. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science & Education*, 27(5-6), 435-455.
- Gellon, G., Rosenvasser, E., Furman, M. y Golombek, D. (2019). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Siglo XXI Editores.
- Grant, W. (2018). *Scientific Practices For Student-Centered Inquiry: The Impact Of A Focus On Student Proficiency In Data Analysis And Scientific Argumentation On Inquiry based Practices In A First-Grade Classroom*. (Doctoral dissertation). <https://scholarcommons.sc.edu/etd/4762>
- Harper, J. (17 de setiembre 2019) *La neuroplasticidad y su poder para vivir una vida sin limitaciones*. [Video]. Youtube, <https://bit.ly/3TH9U9O>

- Hashem, A., Elsayed, B. y El-Mesih, M. (2019). The effect of brain-based learning on developing some speaking skills of egyptian EFL secondary school students. *International journal of environmental & science education*, 14(3), 103-116.
- Hernández - Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Honor, Y. (2015). *Habilidades de indagación científica promovidas por el Programa "Tierra de Niños en la I.E. N° 50482 Cuzco"* [Tesis de Maestría. Universidad Peruana Cayetano Heredia] Repositorio institucional de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. <http://repositorio.upch.edu.pe/handle/upch/92>
- Ibacache, M., y Merino, C. (2021). Una propuesta de secuencia basada en el contexto, para la promoción de la argumentación científica en el aprendizaje de las reacciones químicas con estudiantes de educación media técnico profesional. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1105
- Ibarrola, B. (2014). *Aprendizaje emocionante: neurociencia para el aula*. Ediciones SM.
- Islas, C. (2021). Conectivismo y neuroeducación: transdisciplinas para la formación en la era digital. *CIENCIA ergo-sum*, 28(1).
- Jiménez, M. (2020). ¿Cómo sabemos lo que sabemos? Mediante la argumentación y el uso de pruebas, herramientas para aprender y desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñando ciencia con ciencia*, 75-86.
- Jiménez-Liso, M. R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento (indagación). *D. Couso, MR Jimenez-Liso, C. Refojo y JA Sacristán (coords), Enseñando Ciencia con Ciencia*, 53-61.
- Jiménez-Liso, M., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L., y López-Gay Lucio-Villegas, R. (2021). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science & Technological Education*, 39(1), 44-67.
- Jiménez-Liso, M., Delgado, L., Castillo-Hernández, F. y Baños, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(1), 5-25.
- Jiménez, V. y García, M. (2021). Triangulación metodológica en las investigaciones. *Revista UNIDA Científica*, 5(2).
- Lasa-Aristu, A. y Amor, P. (2016) *La importancia de la argumentación en los trabajos de investigación*. <https://bit.ly/2DHxj6D>

- López, V., Couso, D., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt-Álvaro, C., Hernández, M., y Pintó, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 0691-698.
- López, V., Grimalt-Álvaro, C., y Couso, D. (2018). ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(3), 3302
- Loza, R., Mamani, J., Mariaca, J., y Yanqui, F. (2020). *Paradigma sociocrítico en investigación. PsiqueMag*, 9(2), 30-39.
- Mejías, N. (2021) La investigación-acción en la didáctica de las ciencias experimentales. *PRISMA. Revista interdisciplinaria*, 25, 39 - 48
- Ministerio de Educación (2015). *Rutas de aprendizaje. ¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes? Área curricular: Ciencia y tecnología*. <https://bit.ly/3QEfCa8>
- Ministerio de Educación (2016). *Currículo nacional de Educación Básica*. Minedu. <https://bit.ly/2Y22ltl>
- Ministerio de Educación (2018). *Resultados de la Evaluación Internacional PISA 2018* Minedu. <https://bit.ly/3iHwVpJ>
- Ministerio de Educación (2019). *Evaluaciones de los logros de aprendizaje – Resultados 2018*. <https://bit.ly/2XYFYl6>
- Morado, R. (2013). Funciones básicas del discurso argumentativo. *Revista Iberoamericana de Argumentación*, (6), 145 – 158
- Muñoz-Campos V, Franco-Mariscal A. y Blanco-López A. (2020) Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3201. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3201
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <http://nap.edu/13165>
- Nurinda, S., Sajidan, S., y Prayitno, B. A. (2018). Effectiveness of Problem-Based Learning Module as An Instructional Tool in Improving Scientific Argumentation Skill. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 10(2), 334-340.
- OCDE, P. (2006). *El programa PISA de la OCDE qué es y para qué sirve*. Santillana. OCDE, PISA. (2009). Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en ciencias, Matemáticas y Lectura. OCDE.

- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*, 37(2), 5-24.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Pallares, G., Bächtold, M., y Munier, V. (2020). Des débats numériques pour développer les compétences argumentatives des élèves sur des questions socio-scientifiques. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (22), 265-301.
- Pliego, E., Arce, C. y Martínez, L. (2020). Implementación de las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento sustentadas en el socioconstructivismo. *EDUTECH REVIEW. International Education Technologies Review/Revista Internacional de Tecnologías Educativas*, 7(2), 97-111.
- Pradas, S. (2017). *Neurotecnología educativa. La tecnología al servicio del alumno y del profesor*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Probosari, R. M., Widyastuti, F., Sajidan, Suranto, y Prayitno, B. A. (2019, December). Students' argument style through scientific reading-based inquiry: Improving argumentation skill in higher education. In *AIP Conference Proceedings 2194* (1), 020088. AIP Publishing LLC.
- Putri, M. y Rusdiana, D. (2017). Identifying students' scientific argumentation skill at junior high school 1 argamakmur, north bengkulu. *IJAEDU-International E-Journal of Advances in Education*, 3(9), 566-572.
- Real Academia Española (s.f.). Modelo. *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/modelo?m=form>
- Reyes-Cárdenas, F., y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421.
- Reyes, M. (2015). Niveles de conocimiento sobre neurociencia y su aplicación en los procesos educativos. *Crescendo*, 6(2), 104-113.
- Romero, H., González, M., Flores, D. y Armijos, J. (2021). Método de aprendizaje basado en el cerebro acompañado de las inteligencias múltiples y sus posibles estrategias. *REVISTA BOLETÍN REDIPE* 10 (5): 295-303
- Rosado, R. (2012). *Argumentación*. Secretaría de Educación Pública. <https://bit.ly/3w8Q7Wv>
- Sánchez, H., Reyes, C., y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma.

- Sánchez-Cabrera, R., Costa-Román, O., Mañoso-Pacheco, L., Novillo-López, L. y Pericacho-Gómez, F. (2019). Orígenes del conectivismo como nuevo paradigma del aprendizaje en la era digital. *Educación y humanismo*, 21(36), 121-136.
- Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Schwarz, C., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Shevchenko, Y., Zhuravlova, L., Taranenko, H., y Dubiaha, S. (2020). Students' readiness for the formation of primary schoolchildren's argumentative skill while identifying the real motive of the action. *AD ALTA Journal of interdisciplinary Research*, 10 (1)
- Sousa, D. (2018). *Implicar al cerebro reconectado: Efectos de la tecnología en la reconexión del cerebro de los alumnos*. Ediciones SM
- Torres, C., Naranjo, M., Lomas, K. y Merlo, M. (2019) *Investigación cualitativa. Epistemología, consentimiento informado, entrevistas en profundidad*. Universidad técnica del Norte.
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Península.
- Uskola, A., Burgoa, B., y Maguregi, G. (2021). Integración del conocimiento científico y de la capacidad argumentativa en tomas de decisión sobre temas sociocientíficos. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1) doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1101
- Valenzuela-González, A. y Zuñiga-González, L. (2020). Argumentación científica escolar: modelo para la defensa del medio ambiente. *Pensamiento y Acción*, 28, 35-46.
- Vargas, R. (2019). Neurociencias y educación: brechas, desafíos y perspectivas. *PAPELES*, 10(20), 39-52.
- Vargas, V. (2018). *Competencia argumentativa escrita en estudiantes de Educación Superior de Chupaca*. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5056>
- Vida, L., Figueiredo, R. y Lorenzetti, L. (2021). O Panorama da Argumentação Científica no Ensino de Química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 7(3), 214-230.

- Wallon, R., Jasti, C., Lauren, H., y Hug, B. (2018). Implementation of a curriculum-integrated computer game for introducing scientific argumentation. *Journal of science education and technology*, 27(3), 236-247.
- Xie, Q., y So, W. (2012). Understanding and practice of argumentation: A pilot study with Mainland Chinese pre-service teachers in secondary science classrooms. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 13(2), 1-20. The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
- Yapurasi, H. (2015). *Efectos del Programa THAQHIRI en el proceso de indagación científica de los estudiantes de la Institución Educativa Fe y Alegría 34*. [Tesis de Maestría. Universidad peruana Cayetano Heredia]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.



APÉNDICE

A: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

B: MODELO DE CARTA PARA LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

C: MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN

D: MODELO DE CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

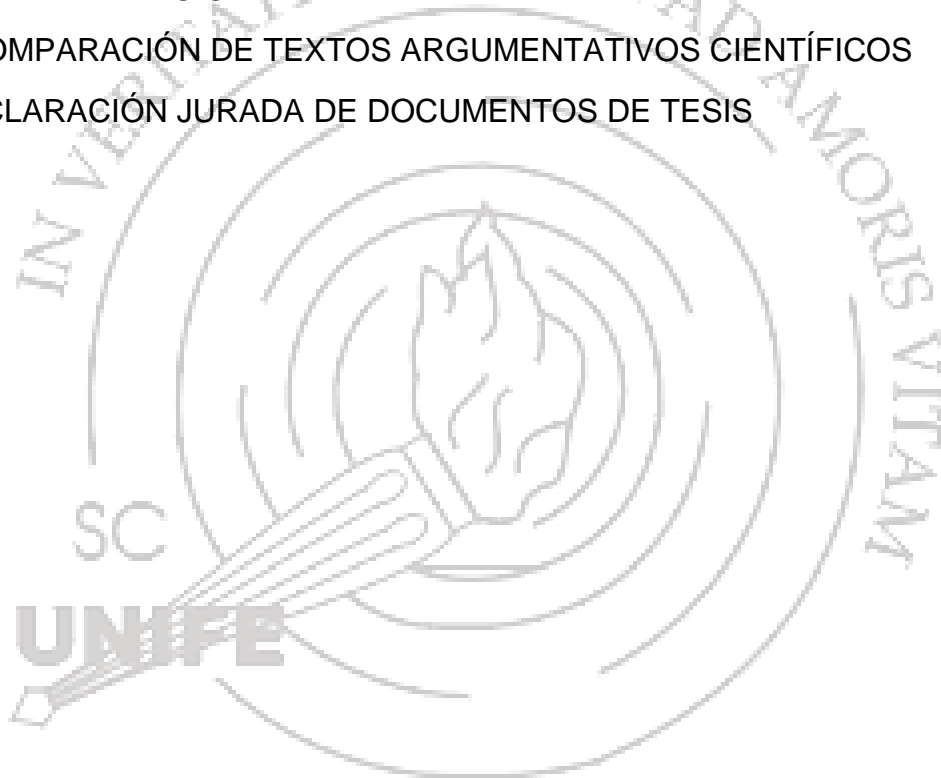
E: SESIÓN DE APRENDIZAJE SOBRE PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN LA PRIMERA ITERACIÓN

F: SESIÓN DE APRENDIZAJE SOBRE ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA

G: SESIONES DE APRENDIZAJE SOBRE PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN LA SEGUNDA ITERACIÓN

H: COMPARACIÓN DE TEXTOS ARGUMENTATIVOS CIENTÍFICOS

I: DECLARACIÓN JURADA DE DOCUMENTOS DE TESIS



APÉNDICE A

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

PROBLEMA	OBJETIVOS	CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	NIVEL, TIPO Y DISEÑO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>¿De qué manera las prácticas científicas y la Neurotecnología educativa en la experiencia docente promueven el desarrollo de la argumentación científica en estudiantes del VII ciclo de Educación Secundaria de una institución educativa pública de la UGEL 03, Lima Metropolitana?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Explicar cómo las prácticas científicas y la Neurotecnología educativa en la experiencia docente promueven el desarrollo de la argumentación científica en estudiantes del VII ciclo de Educación Secundaria de una institución educativa pública de la UGEL 03, Lima Metropolitana</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las características de la argumentación científica de los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria. • Determinar las características de las sesiones de aprendizaje aplicadas por la docente investigadora orientadas a desarrollar la argumentación científica en los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria. • Diseñar un plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la Neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica de los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Práctica científica (Osborne, 2014; Oliva, 2019, Couso, 2020, Jiménez-Liso, 2020, Jiménez, 2020) • Argumentación científica (Toulmin, 1993) 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelización • Indagación • Argumentación ❖ Datos o hechos ❖ Justificación ❖ Fundamentos o apoyo ❖ Calificadores modales ❖ Refutaciones o excepciones ❖ Conclusión 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicativo • Cualitativo • Investigación - acción 	<p>Análisis documental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guía de análisis del diario reflexivo (GADR) • Guía de análisis de los textos argumentativos (GATA) • Guía de análisis de la planificación de la sesión (GAPS) <p>Entrevistas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guía de entrevista a estudiantes de 3er y 5to de secundaria (GE)

	<ul style="list-style-type: none"> • Observar y analizar la ejecución de las acciones según los enfoques de las prácticas científicas y la Neurotecnología educativa para desarrollar la argumentación científica en estudiantes del VII ciclo de educación secundaria. • Reflexionar sobre el desarrollo de la argumentación científica de los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria como resultado de la aplicación del plan de acción según los enfoques de las prácticas científicas y la Neurotecnología educativa. • Proponer acciones de mejora luego de una reflexión en base al plan de acción desarrollado con los estudiantes del VII ciclo de educación secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Neurotecnología educativa (Pradas, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualización • Objetivos • Profesor • Alumno • Instrumentos • Procesos y actividades • Evaluación 		<p>Observación participativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guía de observación docente (GOD)
--	--	--	--	--	--



APÉNDICE B
MODELO DE CARTA PARA LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Lima.....

Dr./Dra :

Presente -

De mi consideración:

Es grato dirigirme a Usted a fin de saludarla cordialmente y presentarme como estudiante del Programa de Doctorado en Educación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón – UNIFE, y a su vez informarle que me encuentro desarrollando mi tesis titulada “Prácticas científicas y ~~neurotecnología~~ educativa en la experiencia docente para desarrollar la argumentación científica escolar”, para lo cual he diseñado los siguientes instrumentos: una guía de entrevista que se pretende realizar a estudiantes del nivel secundaria; una ficha de observación que se pretende aplicar a la docente investigadora y tres guías de análisis documental con la finalidad de analizar los textos argumentativos, el diario reflexivo y las sesiones de aprendizaje.

En tal sentido, siendo necesario obtener evidencias de la validez de contenido de los ítems de los instrumentos mencionados, agradeceré su colaboración como experta(o) en este proceso de validación, para lo cual adjunto a la presente las definiciones correspondientes, así como los ítems para cada dimensión evaluada, de tal manera que usted pueda señalar si éstos son representativos del área y si gozan de claridad en su redacción. En caso de considerar que dichos ítems deban ser mejorados sírvase brindar sus comentarios en la columna de observaciones.

Agradeciendo de antemano su gentil colaboración, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi estima personal.

Atentamente,

.....
Mónica Gladys Chapilliquén Rodríguez

APÉNDICE C
MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN

Lima,.....

Sr./Sra.:.....

Director(a) de la Institución Educativa.....

Presente. -

Distinguido Director

Por medio de la presente, le saludo y me presento a vuestra Dirección en calidad de estudiante del V Ciclo del Programa de Doctorado en Educación de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón - UNIFE. El motivo es para comunicarle que he sido informada que mi proyecto de tesis doctoral titulado “PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA EN LA EXPERIENCIA DOCENTE PARA DESARROLLAR LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA ESCOLAR” ha sido aprobado. En ese sentido, considerando que la argumentación científica es una habilidad necesaria de ser desarrollada en los estudiantes, ya que refleja la evolución de su pensamiento crítico; y que los recursos tecnológicos favorecen este proceso, en cuanto al acceso de información e interacción social, constituye un aspecto fundamental reflexionar si la docente investigadora promueve el progreso de esta habilidad a través de las sesiones de aprendizaje en el área de Ciencia y Tecnología, con la finalidad de alcanzar los estándares establecidos en el Currículo Nacional de Educación Básica.

La investigación está dirigida a los estudiantes del 3° A, 3° B, 5° A y 5° B de secundaria y se pretende aplicar entre los meses de agosto a diciembre del 2021 y así continuar con los estudiantes en 4° A y 4° B de secundaria entre los meses de marzo a julio del 2022. El objetivo de la investigación es “Explicar de qué manera las prácticas y la neurotecnología educativa en la experiencia docente promueven el desarrollo de la argumentación científica escolar”. Para ello será preciso realizar sesiones de aprendizaje, entrevistas a los estudiantes, análisis de sus producciones, grabaciones de las sesiones y entrevistas, aplicación de fichas de observación y redacción de un diario reflexivo. Los resultados obtenidos permitirán realizar la retroalimentación a los estudiantes con lo cual mejorarán su desenvolvimiento en la argumentación científica. Al respecto, es preciso aclarar que en todo momento se mantendrá el anonimato de las producciones y entrevistas de los estudiantes, así como el nombre de la institución educativa en concordancia con el Código de ética de investigación estipulado por la universidad.

En ese sentido, siguiendo los lineamientos establecidos en las Normas Internas para la obtención de los Grados académicos de la universidad en mención, solicito a vuestra Dirección la autorización correspondiente para el desarrollo de la investigación, el uso de los espacios virtuales y/o físicos, la disponibilidad del tiempo fuera del horario escolar y las reuniones informativas con los padres y estudiantes. Además, debo informar que los padres de familia de los estudiantes otorgarán el consentimiento para que sus menores hijos(as) participen de manera voluntaria en la investigación, sin perjuicio de su rendimiento académico. Para tal efecto, adjunto a la presente la R.D. N° 203-21 y el modelo del consentimiento informado. Finalmente, se elevará un informe a vuestro Despacho con los resultados obtenidos y experiencias realizadas durante la investigación para los fines que estime conveniente.

Sin otro particular, agradezco anticipadamente su atención.

Atentamente,

APÉNDICE D

MODELO DE CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

La presente investigación es conducida por la profesora Mónica Gladys Chapilliquén Rodríguez. El objetivo de la investigación es explicar de qué manera las prácticas científicas y la neurotecnología educativa en la experiencia docente promueven el desarrollo de la argumentación científica escolar en el área de Ciencia y Tecnología.

Si la o el estudiante participa en esta investigación, se le solicitará elaborar textos argumentativos que se derivan de las sesiones de aprendizaje del área de Ciencia y tecnología en el horario escolar; entrevistas virtuales con la docente responsable de la investigación, con una duración aproximada de 60 minutos cada una y en horario disponible del estudiante; y la conectividad a Internet para asegurar la ejecución de todas las actividades propuestas, además de la participación en todas las sesiones de aprendizaje.

La participación en esta investigación es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de la investigación. Las respuestas de las entrevistas serán codificadas usando un número de identificación; por lo tanto, serán anónimas. De la misma manera, los textos argumentativos serán analizados individualmente y la retroalimentación será personalizada.

Esta investigación permitirá brindar información sobre el desarrollo de la argumentación científica a partir de actividades de indagación científica y del uso de recursos tecnológicos, por lo cual la participación del (la) estudiante será muy valorada y apreciada.

Si tuviera alguna duda sobre esta investigación o desea información adicional, puede conectarse al siguiente correo: monica.gladys@ucv.cl. Asimismo, usted puede autorizar el retiro de su menor hijo(a) de la investigación en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Desde ya le agradezco su autorización.

Luego de haber recibido información de la investigación conducida por la profesora Mónica Gladys Chapilliquén Rodríguez, doy mi consentimiento para que mi menor hijo(a) participe voluntariamente. Reconozco que la información que proporcione en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de este estudio sin mi consentimiento.

Lince, Julio 2021

FIRMA DEL PADRE O MADRE

Nombre completo del padre o madre:..

DNI:.....Teléfono:.....

Nombre completo del(a) estudiante:...

Grado y sección:.....

APÉNDICE E

SESIÓN DE APRENDIZAJE SOBRE PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN LA PRIMERA ITERACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS

TÍTULO DE LA SESIÓN: Indagamos sobre la resistencia del plástico

II. APRENDIZAJE ESPERADO

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	CAMPO TEMÁTICO
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	<ul style="list-style-type: none">▪ Problematiza situaciones.▪ Diseña estrategias para hacer indagación.▪ Genera y registra datos e información.▪ Analiza datos e información.▪ Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.	Definición de términos: resistencia, fuerza, clasificación de los plásticos Ley de Hooke

III. SECUENCIA DIDÁCTICA

INICIO (15 minutos)
<ul style="list-style-type: none">• La docente inicia la sesión en google meet saludando a los estudiantes, muestra en un ppt las normas de convivencia y pregunta cómo se encuentran de salud, de estado de ánimo e indicando que se inicia la Experiencia de aprendizaje 6 que tendrá una duración de 3 semanas, además indica que ya se han publicado en google classroom los recursos a trabajar y la ficha de actividad a enviar al término de las 3 semanas.• La docente solicita a los estudiantes que identifiquen artículos del hogar que se encuentren fabricados por plásticos. Luego se reflexionan sobre las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los plásticos más utilizados en tu hogar? ¿Durante cuánto tiempo utilizas dichos materiales de plástico? ¿Qué hacen con el plástico cuando deja de utilizarse en el hogar? Los estudiantes responden en clase o a través del chat.• Luego la profesora presenta en un ppt las competencias, capacidades y propósitos de la sesión.
DESARROLLO (100 minutos)
<ul style="list-style-type: none">• La docente solicita a un estudiante que lea la situación significativa de la ficha de actividad y se conversa sobre el reto a resolver.• A continuación, se presenta un video sobre la historia del plástico en https://bit.ly/3m19I5m y sobre cómo se fabrican los plásticos en https://bit.ly/3ESI0S1 y se reciben sus apreciaciones. La docente responde a las inquietudes de los estudiantes generando un ambiente de diálogo reflexivo.• La docente presenta la información propuesta por la estrategia Aprendo en casa sobre la “Resistencia mecánica del plástico” y se invita a los estudiantes a fijar el vocabulario científico para ser usado en el texto argumentativo.• A partir del análisis de la lectura se llega al concepto de estiramiento, presión y la ley de Hooke al trabajar el estiramiento de los elásticos o resortes. La docente explica que con la experiencia se va a estudiar la relación entre la fuerza y el estiramiento de los plásticos. Además, se les da la opción de realizar el cálculo de la constante de elasticidad de un resorte a través del uso de un simulador. Luego pregunta ¿se está comprendiendo la actividad a realizar? ¿es posible realizar esta actividad? ¿Dónde pueden encontrar información adicional? ¿Cómo se van a organizar?• Luego la docente solicita a los estudiantes que propongan su problema de indagación, las hipótesis, el objetivo de la indagación, la identificación de variables independiente, dependiente e interviniente. Los estudiantes participan en clase o a través del chat.• La docente brinda las orientaciones para elaborar el modelo para experimentar el estiramiento de los plásticos, los materiales a usar y las medidas de seguridad. Los estudiantes elaboran el modelo y

experimentan con él para responder la pregunta de indagación. Se registran datos en las tablas de doble entrada, elaboran los gráficos, colocan una captura de pantalla de sus experimentaciones, analizan los resultados obtenidos y finalmente llegan a una conclusión.

- La docente permite que los estudiantes compartan algunas de las conclusiones de sus indagaciones y les indica que lo pueden considerar como un recurso para su texto argumentativo sobre el cual se realizará la retroalimentación.
- Luego la docente presenta el uso de los simuladores sobre la constante de elasticidad en la ley de Hooke en <https://bit.ly/3ISAHzW> y en <http://www.educaplus.org/game/ley-de-hooke> y los invita resolver los retos del simulador. Para la elaboración de las gráficas, la docente el uso de una hoja de cálculo en Excel para registrar datos y generar los gráficos. Se practica la experiencia con el simulador y la participación de los estudiantes.

CIERRE (5 minutos)

- Los estudiantes comparten sus opiniones en el chat sobre el tema trabajado.
- Finalmente, la docente pregunta a los estudiantes: ¿qué has aprendido hoy? ¿Cómo aplicarías el tema a la vida cotidiana? ¿Cómo te has organizado para realizar tu actividad? ¿Qué dificultades tuviste y cómo la solucionaste?
- La docente consolida parcialmente el tema al corte de los primeros 40 minutos de clase.

IV. EVALUACIÓN

COMPETENCIA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	INSTRUMENTO
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Problematisa situaciones para explicar la resistencia mecánica de los plásticos. • Diseña estrategias para comprobar la resistencia mecánica de los plásticos. • Genera y registra datos de la experiencia realizada. • Analiza datos e información de la experiencia realizada. • Evalúa y comunica los resultados de su experiencia realizada. 	Ficha de indagación	Rúbrica de la ficha de indagación

V. MATERIALES A TRABAJAR

- Texto escolar de Ciencia, Tecnología y Ambiente de 5to. grado de Educación Secundaria
- Recursos de Aprendo en Casa
- Internet
- Laptop
- Simuladores phet y educaplus
- Videos
- Presentado de diapositivas

APÉNDICE F

SESIÓN DE APRENDIZAJE SOBRE ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA

I.- DATOS INFORMATIVOS

TITULO DE LA SESIÓN: Argumentamos en favor de un ambiente libre de contaminación por plásticos

II.- APRENDIZAJE ESPERADO

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	CAMPO TEMÁTICO
Explica el mundo físico basado en conocimientos científicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo ▪ Evalúa las implicancias del saber y del quehacer científico y tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impacto del uso de los plásticos en el ambiente y en la salud. ▪ El texto argumentativo ▪ Estructura: introducción, desarrollo y conclusión. ▪ Estructura según Toulmin ▪ Conectores lógicos

I. SECUENCIA DIDÁCTICA

INICIO (15 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> • La docente inicia la sesión en google meet saludando a los estudiantes, muestra en un ppt las normas de convivencia y pregunta cómo se encuentran de salud, de estado de ánimo e indicando que se va a enfatizar la elaboración de textos argumentativos a partir de los retos propuestos en la estrategia Aprendo en casa. • Luego la docente solicita a los estudiantes que respondan ¿qué es un texto argumentativo? Los estudiantes responden en clase o a través del chat. • Luego la profesora presenta en un ppt las competencias, capacidades y propósitos de la sesión.
DESARROLLO (60 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> • La docente a partir de las respuestas de los estudiantes consolida las ideas y presenta la definición del texto argumentativo complementando con ejemplos. • A continuación, se presentan las características y la estructura básica del texto argumentativo: tesis, desarrollo y conclusión. • Luego, la docente presenta la estructura del texto argumentativo según Stephen Toulmin y explica cada elemento con ejemplos relacionados al área: datos o hechos, justificación o garantía, fundamentación o respaldo, calificador modal, refutadores o contraargumentos y conclusión. • Luego la docente solicita a los estudiantes la elaboración de un texto argumentativo con relación al tema trabajado recordando que la tesis debe contener el tema y la opinión de manera clara y coherente para que pueda ser comprendida por el lector. Para la elección del calificador modal se sugiere utilizar alguno de los adverbios que se presentaron en el presentador de diapositivas. • También la docente indica que los estudiantes deben indagar en diferentes fuentes para elegir el tema de su texto argumentativo o pueden partir de los resultados de sus indagaciones. Sin embargo, se propone algunos temas como: Ventajas y desventajas del uso del plástico, la contaminación ambiental por plásticos y otros temas propuestos por los estudiantes. • La docente recuerda que deben utilizar un vocabulario científico, comparaciones, ejemplos, evidencias o estadísticas para argumentar su tesis. Por el momento, se solicita a los estudiantes que consideren un solo contrargumento y en la conclusión se sugiere que consideren una exhortación o invitación al cambio de actitud o reflexión del lector. Para dar una agilidad en la lectura del texto, la docente sugiere el uso de conectores lógicos presentados. • La docente presenta un recurso en línea (Mindomo) para elaborar organizadores visuales para registrar las ideas de las fuentes revisadas. En este punto, se enfatiza que las fuentes deben ser ubicadas en fuentes confiables.

- La docente brinda retroalimentación a partir de los productos presentados por los estudiantes. En ese sentido, se solicita a los estudiantes que lean el texto argumentativo de sus compañeros y reconozcan sus elementos. Sobre la base de sus respuestas, la docente realiza las sugerencias.

CIERRE (5 minutos)

- Los estudiantes comparten sus opiniones en el chat sobre el tema trabajado.
- Finalmente, la docente pregunta a los estudiantes: ¿qué has aprendido hoy? ¿Cómo aplicarías el tema a la vida cotidiana? ¿Cómo estás aprendiendo a redactar tu texto argumentativo? ¿Qué dificultades has tenido? ¿Cómo las has solucionado?
- La docente consolida parcialmente el tema al corte de los primeros 40 minutos de clase.

II. EVALUACIÓN

COMPETENCIA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	INSTRUMENTO
Explica el mundo físico basado en conocimientos científicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Explica con base en evidencias científicas la composición química del plástico y su impacto en el ambiente y la salud. • Fundamenta su postura frente al uso irresponsable del plástico en sus diversas formas y propone acciones para mitigar el impacto del plástico en el ambiente y la salud 	Texto argumentativo	Rúbrica del texto argumentativo

III. MATERIALES A TRABAJAR

- Texto escolar de Ciencia, Tecnología y Ambiente de 5to. grado de Educación Secundaria
- Recursos de Aprendo en Casa
- Internet
- Laptop
- Presentador de diapositivas

APÉNDICE G

SESIONES DE APRENDIZAJE SOBRE PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN LA SEGUNDA ITERACIÓN

I.- DATOS INFORMATIVOS

TÍTULO DE LA SESIÓN: Argumentamos en favor de un ambiente libre de contaminación por residuos sólidos.

II.- APRENDIZAJE ESPERADO

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	CAMPO TEMÁTICO
Explica el mundo físico basado en conocimientos científicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo ▪ Evalúa las implicancias del saber y del quehacer científico y tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impacto del uso del tecnopor en el ambiente y en la salud. ▪ El texto argumentativo ▪ Estructura: introducción, desarrollo y conclusión. ▪ Estructura según Toulmin ▪ Conectores lógicos

VI. SECUENCIA DIDÁCTICA

INICIO (10 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> • La docente inicia la sesión en <i>google meet</i> saludando a los estudiantes, pregunta cómo se encuentran de salud, de estado de ánimo, muestra en un presentador de diapositivas las normas de convivencia e indica que se va a enfatizar en la elaboración de textos argumentativos a partir de los retos propuestos en la estrategia Aprendo en casa. • Luego la docente solicita a los estudiantes que respondan ¿qué es un texto argumentativo? ¿Qué estructura tiene? ¿Cómo obtienen la información necesaria para redactar su texto argumentativo? Los estudiantes responden en forma oral o a través del chat. • Luego la profesora presenta las competencias, capacidades, propósitos de la sesión: Redacta un texto argumentativo a partir de una actividad de Aprendo en casa; y sus criterios de evaluación.
DESARROLLO (70 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> • La docente reflexiona con los estudiantes acerca del cambio de actitud y la práctica de valores que deben mantener las personas en relación con la conservación del ambiente. Para ello solicita a un estudiante que realice la lectura de algunos párrafos importantes de los recursos de Aprendo en casa: “El tecnopor: la amenaza invisible”, “La acumulación de residuos sólidos puede generar afectaciones a la salud de la población” y a partir de la información se reciben las opiniones. • A continuación, la docente presenta 2 audios de canciones a los estudiantes: Cambio climático https://www.youtube.com/watch?v=mymf1bBAXps Amazonas https://www.youtube.com/watch?v=gEzqipxq8EI Respecto del primer audio, los estudiantes deben elaborar una nube de palabras con las ideas, conceptos más significativos. Para ello, la docente orienta a los estudiantes sobre el uso de www.mentimeter.com Luego en conjunto se reflexiona sobre las palabras tendencia en la nube formada. • Luego la docente presenta la ficha de actividad individual en la cual los estudiantes deberán elaborar un organizador visual a partir de un video sobre relleno sanitario en https://www.youtube.com/watch?v=M3Y63dPyLe8 . Antes de ver el video leen las siguientes preguntas: <ol style="list-style-type: none"> 1.- ¿Qué consideraciones se deben tener en cuenta para construir un relleno sanitario? 2.- ¿Qué semejanza existe entre iniciar la explotación de una mina y la creación de un relleno sanitario? 3.- ¿Qué impactos se pueden generar al construir un relleno sanitario? 4.- Cuántas etapas tiene la construcción de un relleno sanitario? 5.- ¿Por qué crees que un relleno sanitario debe tener una duración específica?

- Luego la docente solicita la elaboración de un texto argumentativo con relación al tema trabajado recordando la estructura propuesta por Toulmin: tesis, calificador modal, justificación, fundamentos, contraargumentos y conclusión. Les recuerda que la tesis debe contener el tema y la opinión de manera clara y coherente para que pueda ser comprendida por el lector. Para la elección del calificador modal se sugiere utilizar alguno de los adverbios que se presentaron en diapositivas de las sesiones anteriores.
- También la docente indica que se puede indagar en diferentes fuentes para elegir el tema de su texto argumentativo o pueden partir de los resultados de sus indagaciones. Además, el video y los audios también son recursos a partir de los cuales pueden encontrar argumentos para los textos argumentativos.
- La docente recuerda que deben utilizar un vocabulario científico, comparaciones, ejemplos, evidencias o estadísticas para argumentar su tesis. Por el momento, se solicita a los estudiantes que consideren un solo contrargumento y en la conclusión se sugiere que consideren una exhortación o invitación al cambio de actitud o reflexión del lector. Para recordar la estructura del texto argumentativo, la docente presenta el video en <https://www.youtube.com/watch?v=6NxI0nSUG2I&t=1s> enfatizando en los tipos de argumentos.

CIERRE (10 minutos)

- Los estudiantes comparten sus opiniones en forma oral o por el chat sobre el tema trabajado.
- Finalmente, la docente pregunta a los estudiantes: ¿qué has aprendido hoy? ¿Cómo aplicarías el tema a la vida cotidiana? ¿Cómo estás aprendiendo a redactar tu texto argumentativo? ¿Qué dificultades has tenido? ¿Cómo las has solucionado? ¿De qué manera podrías sensibilizar a las personas para gestionar de manera adecuada los residuos sólidos?

VII. EVALUACIÓN

COMPETENCIA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	INSTRUMENTO
Explica el mundo físico basado en conocimientos científicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Explica con base en evidencias científicas la composición química del tecnopor y su impacto en el ambiente y la salud. • Fundamenta su postura frente al uso irresponsable de los residuos sólidos y propone acciones para mitigar el impacto del tecnopor en el ambiente y la salud 	Texto argumentativo	Rúbrica del texto argumentativo

VIII. MATERIALES PARA TRABAJAR

- Texto escolar de Ciencia, Tecnología y Ambiente de 5to. grado de Educación Secundaria
- Recursos de Aprendo en Casa
- Internet, videos
- Laptop, Smartphone
- Recursos digitales *on line*
- Presentador de diapositivas

I.- DATOS INFORMATIVOS

TITULO DE LA SESIÓN: Indagamos sobre la mecánica de fluidos a partir de experiencias sencillas.

II.- APRENDIZAJE ESPERADO

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	CAMPO TEMÁTICO
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	<ul style="list-style-type: none">Problematiza situaciones.Diseña estrategias para hacer indagación.Genera y registra datos e información.Analiza datos e información.Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.	Presión hidrostática, empuje, principio de Pascal, Principio de Arquímedes.

III.- SECUENCIA DIDÁCTICA

INICIO (20 minutos) <ul style="list-style-type: none">La docente inicia la sesión en <i>google meet</i> saludando a los estudiantes, pregunta cómo se encuentran de salud, de estado de ánimo, muestra en un presentador de diapositivas las normas de convivencia e indica que ya se han publicado en <i>google classroom</i> los recursos a trabajar y la ficha de actividad, tanto individual como grupal, a enviar al término de las 4 semanas.Luego la docente asegura que los estudiantes recuerden la forma de iniciar una indagación. Por eso les pregunta: ¿Cómo debe ser una pregunta de indagación? ¿Qué características tiene? ¿Cómo se relaciona el planteamiento del problema con la formulación de la hipótesis? Además, se solicita que formulen algunos ejemplos de preguntas e hipótesis a partir de variables propuestas. Los estudiantes responden en forma oral o a través del chat.La docente continúa con la presentación de las competencias, capacidades, propósitos de la sesión: Plantea preguntas de hipótesis sobre la flotabilidad de los cuerpos en diferentes sustancias, diseña estrategias, recoge y analiza datos y socializa resultados; y los criterios de evaluación de la ficha de actividad grupal.
DESARROLLO (100 minutos) <ul style="list-style-type: none">Para reforzar los conceptos de indagación científica, la docente invita a los estudiantes a ingresar al enlace https://kahoot.it/ para realiza una actividad, los orienta para unirse y desarrollar la actividad y después de cada respuesta la docente realiza la retroalimentación.Luego, presenta la ficha de actividad grupal y solicita a un estudiante que lea la situación significativa y el reto a resolver. La docente forma los grupos de trabajo con ayuda de una ruleta en https://www.flippity.net/A continuación, la docente presenta y explica la ficha resaltando que para cada grupo hay un par de variables y videos sugeridos con las experiencias a realizar. Luego pregunta ¿se está comprendiendo la actividad a realizar? ¿Es posible realizar esta actividad? ¿Dónde pueden encontrar información adicional? ¿Cómo se van a organizar?La docente presenta la información propuesta por la estrategia Aprendo en casa sobre la “Propiedades del tecnopor” y el “Principio de Arquímedes” y se invita a los estudiantes a fijar el vocabulario científico para ser usado en el texto argumentativo.Los estudiantes amplían la información científica con ayuda de los siguientes recursos en <i>google classroom</i>: Video: Principio de Pascal https://www.youtube.com/watch?v=bgrS3Jw8PGI Video: Principio de Arquímedes https://www.youtube.com/watch?v=AGMGp55rXLI Video: Principio de Bernoulli https://www.youtube.com/watch?v=aXiSkWBKns&t=322s Simulador: Presión hidrostática https://phet.colorado.edu/es PE/simulations/under-pressure

<ul style="list-style-type: none"> ● La docente brinda las orientaciones para elaborar los modelos científicos para experimentar los diversos conceptos de la mecánica de fluidos y enfatiza en las medidas de seguridad. ● Los estudiantes elaboran el modelo y experimentan con él para comprobar sus hipótesis. Se registran datos en las tablas de doble entrada, elaboran los gráficos, colocan una captura de pantalla de sus experimentaciones, analizan los resultados obtenidos y finalmente llegan a una conclusión. ● En una siguiente sesión, la docente permite que los estudiantes compartan las conclusiones de sus indagaciones y les indica que esas conclusiones se pueden considerar como un argumento para su texto argumentativo, de la misma forma que los videos y lecturas trabajadas.
CIERRE (15 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> ● Los estudiantes se autoevalúan luego de cada presentación de sus indagaciones. ● Finalmente, la docente pregunta a los estudiantes: ¿qué has aprendido hoy? ¿Cómo aplicarías el tema a la vida cotidiana? ¿Cómo te has organizado para realizar tu actividad de indagación? ¿Qué dificultades tuviste y cómo la solucionaste? ● La docente consolida los conceptos al finalizar la socialización.

IV.- EVALUACIÓN

COMPETENCIA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	INSTRUMENTO
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> ● Problematiza situaciones para explicar los conceptos sobre mecánica de fluidos en experiencias sencillas. ● Diseña estrategias para comprobar conceptos de mecánica de fluidos. ● Genera y registra datos de la experiencia realizada. ● Analiza datos e información de la experiencia realizada. ● Evalúa y comunica los resultados de su experiencia realizada. 	Ficha de indagación	Rúbrica de la ficha de indagación

V.- MATERIALES PARA TRABAJAR

<ul style="list-style-type: none"> ● Texto escolar de Ciencia y Tecnología de 5to. grado de Educación Secundaria ● Recursos de Aprendo en Casa ● Internet ● Laptop, Smartphone ● Simuladores phet ● Sitio web Kahoot ● Videos ● Presentado de diapositivas
--

APÉNDICE H

TEXTOS ARGUMENTATIVOS CIENTÍFICOS

TA1.6 – 3 (Texto argumentativo 1, estudiante 6, 3º secundaria - primera iteración)

El genoma humano es toda la información genética que el humano tiene, esta información genética no se elige solamente se adquiere. Desde este punto de vista debemos saber que todos somos iguales, no elegimos nuestra herencia genética, pero elegimos el cómo vivir. Por tanto, para tener una mejor convivencia es fundamental aplicar valores relaciones a lo que somos desde la perspectiva de nuestros pensamientos, emociones y conductas. Al final, no importa el físico sino el quiénes somos y pensar así contribuye con la convivencia.

UNIFE

Nuestra fuente de vida

El agua es un recurso natural renovable y no renovable a su vez. Es renovable ya que, si se renueva de forma natural, por procesos naturales.

Pero a su vez si esta no es cuidada y es usada de manera incorrecta puede considerarse como un recurso no renovable, si la usamos mucho puede que no se renueve tan rápido, es decir que consumimos mucha agua y no dejamos que pase el tiempo para que esta se renueve de forma natural.

El agua es un recurso muy importante que necesitan todos los seres vivos del planeta ya sea para bañarnos, para beber, para limpiar, para que crezcan las plantas, para el riego, para los animales acuáticos, etc. Sin este recurso no se podría vivir, es muy importante para la vida.

En los últimos tiempos el hombre le ha dado mucho uso, es decir que consume mucha más cantidad que antes. Además, el ser humano ha contaminado grandes porciones de agua como mares, ríos, lagos, etc. Muchas personas no pueden acceder al agua potable y debido a esto se producen enfermedades y hasta la muerte.

En conclusión, el agua es vital para la vida de todos los seres vivos y por esta razón debemos cuidar el agua y no malgastarla, además no debemos contaminar ningún recurso natural (el agua, la tierra, el aire, etc.) ya que sin esta es imposible vivir. Al darle un mal uso generamos grandes consecuencias irreversibles y negativas, lo cual afecta a todo el planeta.

TA1.12 – 5 (Texto argumentativo 1, estudiante 12, 5º secundaria - primera iteración)

“Las Palancas en Nuestra vida diaria”

Las palancas son bastante comunes en nuestra vida, tal vez más de lo que creemos. Pero ¿Qué es exactamente una palanca? Son barras rectas e inflexibles que se encuentran apoyadas en un punto fijo, son muy útiles para transmitir y amplificar una fuerza, ahorrando tiempo y energías en muchos trabajos de la actualidad.

Las palancas se dividen en tres elementos; el Punto de apoyo, la Resistencia (fuerza a vencer) y la Potencia (fuerza aplicada al cuerpo para realizar la acción). También se agrupan en 3 grandes tipos:

-PALANCAS DE PRIMER ORDEN: el punto de apoyo se encuentra entre la potencia y la resistencia (Ej: Balanza, Pala)

-PALANCAS DE SEGUNDO ORDEN: la resistencia se encuentra entre el punto de apoyo y la potencia (Ej: Carretilla, Abridor de latas)

-PALANCAS DE TERCER ORDEN: la potencia se encuentra entre el punto de apoyo y la resistencia (Ej: Pinzas, caña de pescar)

Podemos encontrar estos tres tipos de palancas incluso en nuestro cuerpo, por ejemplo; nuestra cabeza y cuello funcionan como una palanca de primer orden (el rostro es la resistencia, la cervical el punto de apoyo y los músculos del cuello la potencia), nuestras piernas cumplen el papel de palancas de segundo orden (Los falanges del pie son el punto de apoyo, el tobillo es la resistencia y la pantorrilla la potencia) y en nuestros brazos se aprecian las palancas de tercer orden (el codo hace de punto de apoyo, el bíceps es la potencia y la mano con el peso que en ella recaiga es la resistencia).

¿De qué nos sirve saber sobre la existencia y funcionamiento de máquinas simples como lo son las palancas? Entender estos conceptos nos ayudan enormemente en nuestra vida diaria, pues como vimos, se han implementado en la sociedad actual de tal manera que se han hecho imprescindibles para realizar un trabajo en particular de manera eficaz y en un tiempo ideal. Por lo que cuando nos veamos en una situación que requiera el uso de este tipo de máquina simple, no tendremos dificultad alguna ni perderemos tiempo y energías en métodos arcaicos ya que sabremos los principios básicos del funcionamiento de una palanca.

TA5.12 – 5 (Texto argumentativo 5, estudiante 12, 5º secundaria - segunda iteración)

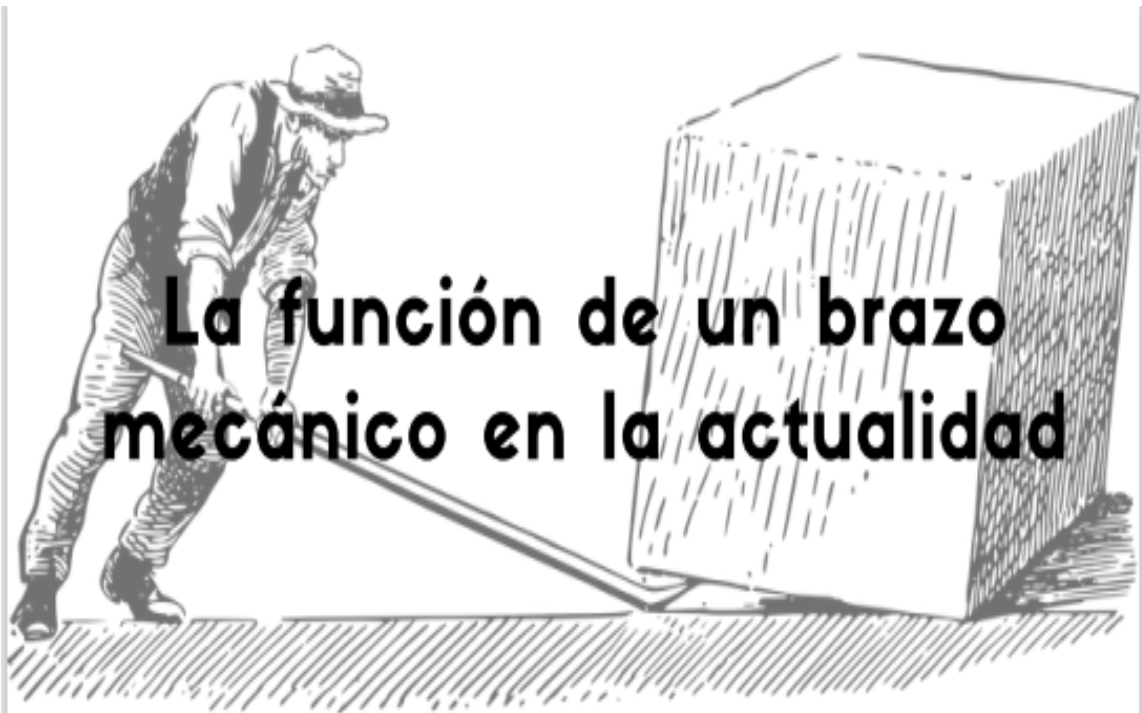
“Una diferente perspectiva para abordar la contaminación”

La contaminación ambiental se ha vuelto un tema de interés global, en el que una gran cantidad de personas se involucran para poder encontrar y crear formas de evitar/contrarrestar el daño causado por los residuos, hacia no solo el ambiente en sí, si no también a sus habitantes como lo son los animales y por supuesto, a nosotros los seres humanos, pues respiramos el aire y vivimos en el mismo entorno en el que se encuentra nuestra basura. Pero ¿Si tantas personas se están involucrando en este asunto por qué no hay ningún cambio significativo en el mundo?

La principal razón para esto es muy clara, o al menos debería serlo. La perspectiva con la que abordamos un problema afectará enormemente en el resultado final, por lo que replantearnos los métodos, estrategias y objetivos nos ayudará a estar en una mejor posición para tomar cartas en el asunto en cuestión. Así que preguntémonos, ¿Estamos atacando el problema de raíz? Siguiendo con la forma de pensar popular, una solución rápida aparentemente sería; erradicar por completo la producción de productos con materiales que protagonizan la contaminación en el ambiente, como lo es el caso del plástico, ¿Pero realmente sería efectivo? Si se terminara la producción de productos plásticos, no solo estamos dejando sin trabajo a millones de personas y afectando en la economía del respectivo país, si no que se terminarían utilizando sustitutos como el papel o el vidrio, significando esto una mayor tala de árboles y explotación de recursos naturales. Es importante dejar en claro que esto no quiere decir que el plástico no tenga nada de la culpa en la contaminación, pues factores como el desprendimiento de microplásticos durante su degradación, los cuales son completamente tóxicos y dañinos para la vida en general lo hacen uno de los materiales más dañinos para el ambiente, así que volvemos a la duda ¿Cómo atacamos al problema de raíz?

Ok, entonces sabemos que los productos que consumimos en sí no tienen toda la culpa, por lo tanto, la mayor parte del problema radicaría en qué hacemos con ellos después de consumirlos. De manera que nuestra gestión de los residuos junto con una producción más regulada de consumibles de un solo uso pueda realmente hacer un cambio en nuestro ambiente y estilos de vida. Así que ¿Qué podemos hacer para gestionar nuestra basura de manera apropiada? Todos sabemos las recomendaciones que siempre se nos dan al respecto; organiza tu basura, reutiliza los envases, procura evitar comprar productos a base de materiales dañinos de manera innecesaria, etc. Sin embargo, lamentablemente poco hará todo esto si el resultado final de toda esa basura tan cuidadosamente clasificada termina siendo el mar, los ríos, o los botaderos. En otras palabras, la tercera entidad que debe involucrarse, aparte de la comunidad y las empresas, es el mismísimo estado. Un ejemplo de esto es lo que se está logrando hacer en Suecia con los residuos generados por los ciudadanos, en donde estos, en lugar de ser amontonados en un lugar y ser dejados allí con la esperanza de que un milagro los haga desaparecer, cerca del 51% sirve como fuente de energía para la población, y el otro 49% es reciclado, de manera que no es necesario utilizar carbón o gas. Es cierto que se genera CO₂, sin embargo, este sigue siendo menos peligroso que el metano generado en los vertederos y es sin duda un avance que se debe procurar imitar y seguir mejorando con el fin de lograr ese futuro libre de contaminación.

fuentes utilizadas: [La basura se convierte en polémica fuente de energía para Suecia \(abc.es\)](http://www.abc.es)



La función de un brazo mecánico en la actualidad

SÍ ES BIEN CONOCIDO QUE CON EL PASAR DEL TIEMPO HAN LLEGADO NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE NOS AYUDAN A POGRESAR COMO CIVILIZACIÓN . ESA TECNOLOGÍA NOS A HACER ACCIONES QUE EL SER HUMANO NO PODRÍA SER FÍSICAMENTE CÓMO SERÍA LEVANTAR UN OBJETO DE UNA ENORME CANTIDAD DE PESO . CONSTRUIR MECANISMOS CON UNA PRECISIÓN EXACTA. HERRAMIENTAS QUE NOS AYUDAN EN NUESTRO CÁCERES DE CADA DÍA Y ASÍ ENTRE MUCHAS COSAS MÁS.

LA LEY DE LA PALACA NOS HA PODIDO PERMITIR QUE REALIZAR MÁQUINAS CON LA FUNCIÓN DE DISMINUIR LA FUERZA NECESARIA PARA REALIZAR UN TRABAJO O UNA ACCIÓN SE PUEDE VER EN EL MUNDO DE LA INDUSTRIA, CONSTRUCCIONES, Y EN NUESTRO DÍA A DÍA COMO POR EJEMPLO LAS TIJERAS . ALICATE, BALANZAS, GANCHOS Y SÓLO ESTAMOS HABLANDO DE LA PALANCAS DE PRIMER GÉNERO DEL SEGUNDA GENERAL SERÍAN CARETAS TERCER GÉNERO CAÑA DE PESCAR, PINZAS, ENGRAMPADORA ETC .LA FUNCIÓN DE.LA LEY DE LA PALANCA ES MUY INTERESANTE Y NOS HA PERMITIDO CRECER CÓMO CIVILIZACIÓN EN TRANCURSO DEL TIEMPO

TA5.10 – 5 (Texto argumentativo 5, estudiante 10, 5º secundaria - segunda iteración)

“Un pequeño cambio para ayudar a nuestro planeta”

Las fiestas son las celebraciones que se dan en distintos países por diferentes motivos, el homenaje a un hecho histórico o a un personaje, el fin de una etapa o el comienzo de esta y alguna tradición, Pero en fin es una de las épocas del año donde aumenta el consumo excesivo e innecesario de productos que perjudica seriamente al ambiente y nosotros.

Las festividades son muy importantes para la población son un gran relajante, porque distrae a la gente o a las familias actividades grupales de socialización y distracción. Sin embargo, si la festividad no se controla o no hay restricciones se puede salir de control afectando a la salud pública y al medio ambiente. El aumento de compras en las festividades causa un exceso de basura que es acumulada afectando diferentes tipos de seres vivos. Igualmente hay festividades en las que se utilizan fuegos pirotécnicos, que son muy malos para la salud porque al ser utilizados pueden producir serios accidentes en las personas, como es la pérdida de una parte del cuerpo o alguna lesión de quemadura. Otro aspecto es que también contaminan los cielos con las cenizas que son tóxicas y liberan gases contaminantes, como el oxígeno y carbono que dañan a nuestra atmósfera, afectando la calidad de aire que respiramos los seres vivos. En todo caso los fuegos artificiales no siempre son malos porque genera una gran fluctuación de dinero en el país y momento de la tasa de trabajo. Igualmente, las festividades dejan un gran porcentaje de basura que debe ser reciclada de manera adecuada, con protocolos que respeten el medio ambiente entre estos están relleno sanitario, la creación de viviendas con desechos plásticos y etc.

En todo caso la contaminación generada por las fiestas debe de ser controlada y medida, también la población debe ser consciente del daño que están haciendo al ambiente y buscar métodos para reciclar Como la creación de bloques con desechos sólidos o plástico, la creación de relleno sanitario, el uso adecuado de desechos de materiales orgánicos para crear compost y la creación de productos domésticos en base a reciclaje de productos plásticos,

Hay que buscar diferentes métodos o alternativas para celebrar las fiestas con menos contaminación, como puede ser en vez de usar fuegos artificiales se pueden usar luces, que causan menor impacto. También, reducir las compras innecesarias, y acudir a métodos más ecológicos para las celebraciones de las fiestas. Tenemos que concientizar a las personas sobre la situación de nuestro planeta y así poder bajar la tasa de contaminación, que nos está afectando en nuestro día a día.

TA1.9 – 5 (Texto argumentativo 1, estudiante 9, 5º secundaria - primera iteración)

“Perfeccionando lo carente”

Me es muy importante decir que lo carente en esta realidad es la importancia y el reconocimiento que se le debe dar a las prótesis mecánicas en nuestro uso diario reduciendo la ignorancia y difamaciones contra la probable respuesta más certera que puede mejorar la calidad de vida de una población vulnerable para perfeccionarla.

En primer lugar, si nos remontándonos a los principios de la historia de la humanidad, el hombre desde sus muy primitivos instintos tuvo la sensación de que le faltó algo muy importante desde un comienzo, la ventaja de destreza física y regenerativa frente a sus adversarios o enemigos de la humanidad como los depredadores por naturaleza o los climas extremos acercándolo más a la muerte.

No obstante, el hombre no solo tuvo este vacío en él y se quedó sabiendo que estaba destinado a perecer en un mundo cruel e inherente a los sentimientos o sensaciones que tenga como individuo, más bien sobrevivió utilizando la razón para tener la fuerza, organización y ventaja que lo hacía un ser más completo por lo que fueron momentos en los que halló el camino a la perfección creando el concepto de sociedad, la fabricación de armas y la producción abrigo.

En segundo lugar, si bien estas cosas fueron beneficiosas se le quedaron cortas a su sociedad y tras el ruina desastre de los conflictos bélicos y con la eventual época de paz y curiosidad (algo consecuente tras haber presenciado tanta hostilidad porque las personas van dejando de lado sus diferencias) la humanidad ha avanzado a pasos agigantados hoy en día y hace de los discapacitados sean más libres independientes utilizando en su día común varias máquinas simples las palancas las cuales se usan hoy en día en diversas prótesis mecánicas que funcionan de manera similar a como el anterior miembro.

No obstante, alguien externo puede venir a decir que si nosotros hacemos estos procesos médicos nos quitan nuestra humanidad y vida pues cambia cosas radicalmente. Sin embargo, dados los precedentes, nos queda claro el hombre es ingenioso; es su naturaleza pues estamos creando e innovando el lenguaje, las corrientes de pensamiento, el método científico, la manera de asociarnos y otras cosas en nombre de la optimización o incluso en la tradición de la cultura. Por lo que nos perfeccionamos y perfeccionamos todo aquello que vemos así que está en nuestra naturaleza y humanidad este comportamiento.

En conclusión, somos humanos al mejorar en cualquier aspecto, si bien aún seguimos lidiando problemas sociales como especie, estas en algún futuro dejarán de suceder porque la vida se hará más longeva como venimos apreciando hoy en día y reflexionaremos sobre la vida y trataremos de darle respuesta a los “dioses” que seremos llegado ese momento, porque en ese momento el hombre será supremo.

TA5.9 – 5 (Texto argumentativo 5, estudiante 9, 5º secundaria – segunda - iteración)

“Miedo”

El desarrollo de la humanidad ha buscado soluciones que se inclinen a la facilidad, modos operandi que ha sido la razón de la búsqueda de respuestas lo más rentables y factibles posibles. De este modo hemos practicado y consolidado durante años nuestros hábitos de consumo satisfaciendo nuestras necesidades fortaleciendo la idea de la globalización.

Añadiendo, quiero hacer énfasis en “necesidades” ya que si existen es porque nos encontramos en una situación problemática, como encontrarse en una situación comprometedoras como en un sismo, terremoto, una inundación, un robo, un asalto, un secuestro por dar algunos ejemplos, lo que nos induce a que nuestros instintos se activen por una segregación hormonas y sintamos algunas emociones como el miedo, ansiedad y frustración, sin embargo, ¿podemos permitirnos sentir estas emociones?

De primera mano, hay que preguntarnos porqué sentimos miedo, cuya respuesta es que, en el complejo amigdalino, el tálamo una vez recibida la información se la pasa casi inmediatamente a la amígdala donde se produce el secuestro neuronal porque responde antes de pensar con claridad, y posteriormente los estímulos sensoriales llegan al neocórtex donde evalúa qué hacer para dar una respuesta coherente con la situación e identificarla como falsa alarma para liberar dopamina y/o endorfinas o como situación de riesgo y continuar con la segregación de adrenalina.

Dicho lo anterior, debemos reconocer que esta es una respuesta completamente natural e intuitiva por lo que debemos permitirnos sentir emociones como el miedo o la alegría, de hecho, según la universidad de Texas reprimir emociones solo intensifica una respuesta agresiva o repentina generando problemas de salud física y mental cosas que son muy contraproducentes para lograr un bienestar general.

En conclusión, podemos permitirnos sentir cualquier emoción porque no existen emociones negativas ya que son expresiones que necesitamos comunicar o canalizar mediante acciones y pensar después de nuestra instintiva respuesta gracias a la amígdala ya una mente sin perturbarse permite un mejor razonamiento objetivo ante cualquier situación de riesgo.

APÉNDICE H

**DECLARACIÓN JURADA
DE DOCUMENTOS DE TESIS**

Yo, MÓNICA GLADYS CHAPILLIQUÉN RODRÍGUEZ identificado(a) con DNI N° 09538187, en calidad de autora de la tesis titulada **“Prácticas científicas y Neurotecnología educativa en la experiencia docente para desarrollar la argumentación científica escolar”** para optar el grado de Doctora en Educación.

Declaro y doy fe; que, durante el desarrollo de la investigación de tesis, se ha cumplido con los permisos y procesos requeridos.

Yo, LUCRECIA ELIZABETH CHUMPITAZ CAMPOS identificado(a) con DNI N° 10375883 con Código ORCID N° 0000-0003-2454-8495, en calidad de Asesora de la tesis titulada **“Prácticas científicas y Neurotecnología educativa en la experiencia docente para desarrollar la argumentación científica escolar”**

Declaro y doy fe que; durante el desarrollo de la investigación de tesis se ha cumplido con los permisos y procesos requeridos:

- a. Permiso del autor o autores de los instrumentos utilizados: (nombre del instrumento, / nombre y apellidos de autor(es). En este caso, la tesista ha elaborado los cinco instrumentos.
- b. Haber cumplido con el proceso de validación de instrumento (os) con mínimo cinco (5) especialistas para el juicio de expertos (No colocar nombres ni apellidos).
 - Experto N° 1: Doctor en Psicología
 - Experto N° 2: Doctora en Educación, especialista en Lengua y Literatura

- Experto N° 3: Master of Arts in Educational Theory and Policy, Psicóloga Educacional
- Experto N° 4: Doctora en Educación,
- Experto N° 5: Magister en Literatura Hispanoamericana, Especialista en Comunicación

c. Se cumplió con el permiso escrito oficial de la autoridad de la institución donde se aplicó los instrumentos.

d. Se cumplió con los permisos escritos o digitales oficiales del consentimiento informado de las personas a las cuales se aplicó el/ los instrumentos.

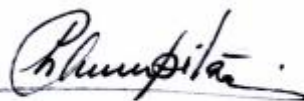
Todo ello establecido por las normas internas para la obtención de los grados académicos de maestría y doctorado de la Escuela de Posgrado - UNIFÉ y por la Guía Básica para el informe final de tesis - Vicerrectorado de Investigación UNIFÉ.

En fe de lo expuesto firmamos la presente Tesista y Asesora.

Lima, 24 de octubre de 2022



Mónica Gladys Chapilliquén Rodríguez



Lucrecia Elizabeth Chumpitaz Campos