



DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGACIÓN PARALELO AL
APRENDIZAJE DEL MODELO DE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS SERES
VIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN
PROYECTOS

DIANA PATRICIA ARCINIEGAS GUTIERREZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES

2024

DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGACIÓN PARALELO AL
APRENDIZAJE DEL MODELO DE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS SERES
VIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN
PROYECTOS

Autor

DIANA PATRICIA ARCINIEGAS GUTIERREZ

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

Mg. HÉCTOR JAVIER DELGADO VENEGAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2024

DEDICATORIA

*A DIOS autor y guía de mi vida, quien me brindó la sabiduría y los dones para terminar
esta etapa de formación.*

A mis padres ejemplos de vida, dedicación y amor.

A mi hija Lucia y esposo por su apoyo, confianza y amor incondicional.

A mis hermanas por ser luz y alegría en los momentos difíciles.

*A mis maestros de maestría por compartir conmigo todo su conocimiento y experiencia,
necesarios para cumplir mi meta de formación*

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser un pilar fundamental en el desarrollo de mi vida

Al Mg. Héctor Javier Delgado Venegas por toda su orientación, disposición y experiencia en este proceso formativo

A mis profesores de la maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales por su servicio, compromiso, amabilidad y dinamismo para compartir su experiencia y conocimiento con los maestros que estamos en formación

A mis queridos alumnitos de quinto cero uno generación 2024, por hacer parte de este proceso investigativo

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del aprendizaje basado en proyectos (ABP). Este estudio se desarrolló con un enfoque cualitativo bajo un alcance descriptivo, cuyo propósito fue describir el fenómeno objeto de estudio, desde su estado inicial y sus posibles cambios una vez realizada la intervención didáctica; de modo que se identificó los niveles de desarrollo de la competencia indagación y el aprendizaje de los modelos explicativos de adaptación biológica de los seres vivos. Para ello se diseñó una unidad didáctica mediada por el aprendizaje basado en proyectos (ABP), ejecutada en 11 sesiones y estructurada en tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque; para finalmente identificar y comparar los posibles cambios una vez ejecutadas las secciones didácticas.

A partir de los datos obtenidos en el instrumento inicial y final, se halló que 5 de los 8 los estudiantes participantes presentaron cambios en el nivel de la competencia indagación y en el modelo explicativo relacionados con la adaptación biológica; un solo estudiante evidenció modificación en el modelo explicativo usado y dos estudiantes permaneciendo en el mismo nivel y modelo inicial. De esta manera se pudo establecer que las transiciones o cambios en los modelos explicativos se presentó de forma paralela con los niveles de indagación, en consecuencia se logró establecer una relación de cooperación, entre la competencia de indagación y el aprendizaje de los modelos de adaptación biológica; puesto que se pudo demostrar la disposición para incentivar el tránsito ente los primeros niveles de la competencia a medida que se incrementaba la comprensión de los modelos explicativos; este cambio se apoyó en la interiorización de nueva terminología científica y estructuración de aspectos de la competencia tales como la pregunta, objetivo, hipótesis y el análisis de la información.

En este sentido se puede afirmar que el nivel indagatorio guarda relación con el modelo explicativo que utilizaron al momento de explicar fenómenos como adaptación al ambiente,

cambio adaptativo individual/poblacional, finalismo natural y la herencia de manera científica. Por su parte los estudiantes que permanecieron en el N1 de la competencia y/o en el modelo cotidiano u ontológico demuestran lo complejo y resistente que es cambiar o modificar una idea arraigada en poco tiempo, puesto que debe ser un proceso de desequilibrio paulatino entre el conocimiento formado de la realidad con aquel abstracto de la ciencia formal

Palabras clave: competencia, indagación, aprendizaje, adaptación, ontológico y evolutivo

ABSTRACT

The aim of this research was to characterise the development of the scientific competence enquiry parallel to the learning of the model of biological adaptation of living beings through the implementation of project-based learning (PBL). This study was developed with a qualitative approach under a descriptive scope, whose purpose was to describe the phenomenon under study, from its initial state and its possible changes once the didactic intervention was carried out; so that the levels of development of the enquiry competence and the learning of the explanatory models of biological adaptation of living beings were identified. For this purpose, a didactic unit was designed, mediated by project-based learning (PBL), executed in 11 sessions, and structured in three moments: location, dislocation and refocusing; to finally identify and compare the possible changes once the didactic sections had been executed.

From the data obtained in the initial and final instrument, it was found that 5 of the 8 participating students presented changes in the level of enquiry competence and in the explanatory model related to biological adaptation; only one student showed changes in the explanatory model used and two students remained at the same level and initial model. In this way, it was possible to establish that the transitions or changes in the explanatory models occurred in parallel with the levels of enquiry; consequently, a cooperative relationship was established between the competence of enquiry and the learning of the models of biological adaptation; This change was supported by the internalisation of new scientific terminology and the structuring of aspects of the competence such as the question, objective, hypothesis, and analysis of information.

In this sense, it can be affirmed that the inquiry level is related to the explanatory model they used when explaining phenomena such as adaptation to the environment, individual/population adaptive change, natural finalism, and inheritance in a scientific way. On the other hand, the students who remained in the N1 of the competence and/or in the everyday or ontological model demonstrate how complex and resistant it is to change or

modify an ingrained idea in a short time, since it must be a process of gradual imbalance between the knowledge formed from reality and the abstract knowledge of formal science.

Keywords: competence, enquiry, learning, adaptation, ontological, evolutionary, adaptive

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	16
2	AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
3	JUSTIFICACIÓN	33
4	REFERENTE TEORICO	37
4.1	COMPETENCIA.....	37
4.2	COMPETENCIA CIENTIFICA	40
4.2.1	Competencias Científicas Según PISA	40
4.2.2	Competencias Científicas Según el MEN	43
4.3	COMPETENCIA DE INDAGACION.....	44
4.4	GENERALIDADES SOBRE A LAS ADAPTACIONES DE LOS SERES VIVOS.....	55
4.5	APRENDIZAJE DE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS SERES VIVOS ..	59
4.6	REPRESENTACIONES	63
4.6.1	Modelos explicativos.....	64
4.6.2	Modelos explicativos del aprendizaje de la adaptación biológica de los seres vivos	67
5	OBJETIVOS.....	70
5.1	OBJETIVO GENERAL	70
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	70
6	METODOLOGÍA.....	71
6.1	ENFOQUE Y ALCANCE.....	71
6.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO.....	71
6.3	UNIDAD DE TRABAJO	72
6.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	73
6.5	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	73
6.6	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	77
6.6.1	Cuestionario.....	77
6.7	UNIDAD DIDÁCTICA	78
6.8	DISEÑO METODOLÓGICO	80

6.9	PLAN DE ANÁLISIS	81
7	RESULTADOS	83
7.1	INTRODUCCIÓN.....	83
7.2	ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO INICIAL (EN ADELANTE INST#1)	85
7.2.1	Niveles de indagación iniciales (en adelante Nii)	85
7.2.2	Modelos explicativos iniciales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos (en adelante Mei)	97
7.3	ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO FINAL (EN ADELANTE Inst#2)	101
7.3.1	Niveles de indagación finales (en adelante Nif).....	102
7.3.2	Modelos explicativos finales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos (en adelante Mef).....	126
7.4	RED SISTÉMICA: ANÁLISIS DE MARCADORES DISCURSIVOS	132
7.5	DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGACIÓN PARALELO AL APRENDIZAJE DEL MODELO DE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS SERES VIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS	137
8	CONCLUSIONES.....	140
9	RECOMENDACIONES	142
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Enfoque sobre las competencias.....	39
Tabla 2. Fuentes conceptuales a la noción de competencia.....	39
Tabla 3. Capacidades en la competencia científica según PISA	42
Tabla 4. Dimensiones de la competencia científica.....	42
Tabla 5. Competencia indagación según ICFES	45
Tabla 6. Habilidades vinculadas a la competencia indagación	46
Tabla 7. Fases de indagación y adquisición de conceptos desde el modelo Eggen y Kauchak 2001	48
Tabla 8. Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación	49
Tabla 9. Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación	53
Tabla 10. Tipos de adaptación biológica	59
Tabla 11. Compromisos ontológicos y epistemológicos asociados al concepto de AB.....	62
Tabla 12. comparación de los elementos comunes de las concepciones de Jonson-Laird y Norman acerca de los Modelos Mentales.....	65
Tabla 13. Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación.....	73
Tabla 14. Categorías, subcategorías, Sub-subcategoría e indicadores para el modelo de adaptación biológica.	75
Tabla 15. Codificación de las subcategorías de la competencia de indagación	84
Tabla 16. indicadores discursivos del modelo de adaptación ontológico y evolutivo	84

Tabla 17. Niveles de identificación de preguntas o problemas investigables por tendencia.	86
Tabla 18. Niveles de formulación de hipótesis por tendencia.	89
Tabla 19. Niveles de identificación de variables por tendencia.	90
Tabla 20. Niveles de recolección y procesamiento de datos por tendencia.....	95
Tabla 21. Niveles de análisis de datos y obtención de conclusiones por tendencia.	96
Tabla 22. Niveles iniciales de las subcategorías en la competencia de indagación	97
Tabla 23. Modelos explicativos iniciales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos	98
Tabla 24. Niveles de identificación de preguntas o problemas investigables por tendencia.	102
Tabla 25. Tendencias de Niveles de indagación iniciales y finales en la Sub1.....	103
Tabla 26. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P1.	104
Tabla 27. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P1.	105
Tabla 28. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P1.	106
Tabla 29. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P2.	107
Tabla 30. Niveles de formulación de hipótesis por tendencia.	108
Tabla 31. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub2 P3.	110
Tabla 32. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub2 P4.	111
Tabla 33. Niveles de identificación de variables por tendencia.	112
Tabla 34. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P6.	113
Tabla 35. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P6.	114
Tabla 36. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P7.	115
Tabla 37. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P7.	117

Tabla 38. Niveles de recolección y procesamiento de datos por tendencia.....	119
Tabla 39. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub4.	120
Tabla 40. Niveles de análisis de datos y obtención de conclusiones por tendencia.	121
Tabla 41. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub5.	122
Tabla 42. Niveles finales de las subcategorías en la competencia de indagación	123
Tabla 43. comparativo entre los niveles iniciales y finales de las subcategorías en la competencia de indagación.....	125
Tabla 44. Modelos explicativos iniciales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos	126
Tabla 45. Comparación entre los modelos explicativos iniciales y finales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos	131
Tabla 46. Comparación niveles y modelos explicativos iniciales y finales.	139

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Interrelaciones entre los aspectos de la competencia científica.....	41
Ilustración 2. Paisaje adaptativo según Wright Sewall	57
Ilustración 3. Caída de las subpoblaciones endogámicas desadaptadas desde un pico adaptativo y colonización de algunos nuevos.....	58
Ilustración 4. Clasificación de las representaciones múltiples.....	64
Ilustración 5. Etapas del ABP en el desarrollo de la unidad didáctica.....	80
Ilustración 6. Diseño metodológico	81
Ilustración 7. Dibujo realizado por E4 en P7 en Inst#1	93
Ilustración 8. Dibujo realizado por E8 en P7 en Inst#1	93
Ilustración 9. Dibujo realizado por E3 en P7 en Inst#1	93
Ilustración 10. Dibujo realizado por E6 en P7 en Inst#1	94
Ilustración 11. Dibujo realizado por E1 en P7 en Inst#2	115
Ilustración 12. Dibujo realizado por E5 en P7 en Inst#2	116
Ilustración 13. Dibujo realizado por E6 en P7 en Inst#2	116
Ilustración 14. Dibujo realizado por E4 en P7 en Inst#2	117
Ilustración 15. Dibujo realizado por E8 en P7 en Inst#2	118
Ilustración 16. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con la adaptación al ambiente (P5, P7).	132
Ilustración 17. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con el cambio individual adaptativo/poblacional (P2, P6).....	134
Ilustración 18. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con el finalismo natural (P4).....	135
Ilustración 19. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con la herencia (P3).....	136

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1CONSIDERACIONES ÉTICAS	157
ANEXO 2INSTRUMENTO.....	158
ANEXO 3UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 1.....	164
ANEXO 4UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 2.....	166
ANEXO 5UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 3.....	170
ANEXO 6 UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 4.....	173
ANEXO 7UNIDAD DIDÁCTICA Actividades 5 y 6	176
ANEXO 8UNIDAD DIDÁCTICA Actividades 7 y 8	180

1 PRESENTACIÓN

El presente proyecto tiene como propósito caracterizar el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del aprendizaje basado en proyectos (ABP), con los estudiantes del grado quinto de la I.E instituto técnico superior industrial del municipio de Barrancabermeja. La problemática se abordará partiendo de la experiencia docente donde se evidencia las dificultades epistemológicas y prácticas de ambas categorías en el nivel de básica primaria y desde la revisión de antecedentes investigativos que permitió comprender la evolución histórica de la problemática.

En cuanto a la búsqueda de antecedentes se encuentran diferentes autores que evidencian las dificultades que presentan los estudiantes en el momento de explicar los procesos adaptativos de las especies, reduciendo el concepto a funcionalidad, responder al ambiente y las características físicas visibles; del mismo modo en lo referente a la competencia de indagación la cual queda etiquetada como buscar, consultar o transcribir de una página web; desconociendo las habilidades implícitas en ella. Asimismo, estos autores referencian la importancia de llevar al escenario del aula los modelos explicativos desde la evolución de manera que se logre la comprensión de lo que fueron, son y serán las especies, además de la implicación positiva en el desarrollo del pensamiento de la competencia de indagación, pues potencia el acercamiento genuino a la ciencia desde el proceso investigativo.

En lo relacionado con el marco teórico, se aborda el concepto de competencia de manera general y de forma gradual se hace un recorrido por la competencia científica desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y autores como Vasco (2003), Sanmartí (2007) y López (2016) lo cual permite tomar una postura teórico en la investigación; posteriormente de manera específica se define la competencia científica indagación, donde se trata su fundamentación epistemológica desde la OCDE, PISA y MEN ; además, se presenta las

Fases de indagación y adquisición de conceptos desde el modelo Eggen y Kauchak y las Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación según Ferrés Gurt et al., (2015). Con respecto a la segunda categoría el Aprendizaje de la adaptación biológica de los seres vivos se describe los modelos explicativos ontológico y evolutivo planteado por Gándara et al., (2002) y Caponi (2021).

En lo metodológico, para el desarrollo de esta investigación, se propone un estudio cualitativo descriptivo, en el que se implementaron estrategias para mejorar los niveles de la competencia indagación y modelos explicativos en el aprendizaje de la adaptación biológica de los seres vivos. Para tal propósito se diseñó una unidad didáctica estructurada en tres momentos; el primero abordó el cuestionario detectando los niveles y modelos explicativos sobre la adaptación biológica; el segunda involucró el desarrollo conceptual y epistémico; el último comprendió la aplicación del instrumento inicial con el objetivo de identificar y comparar los posibles cambios una vez ejecutadas las secciones didácticas mediadas por el Aprendizaje basado en proyectos (ABP). Una vez recogida, transcrita y codificada la información, esta fue analizada a través de la técnica de análisis del contenido.

Por último, la implementación y desarrollo de la unidad didáctica buscó abordar los criterios para la competencia científica indagación referidos en el modelo de indagación de Ferrés Gurt et al., (2015) y los modelos explicativos de adaptación planteado por Caponi (2021); mediante la aplicación de un instrumento de indagación inicial y final se obtuvo información que se organizó por medio de matrices, para facilitar su análisis y posterior triangulación, con el fin de dar mayor sustento teórico a la información obtenida; asimismo, se construyeron redes sistémicas para analizar el comportamiento de los distintos términos empleados en las explicaciones iniciales y finales; observando los cambios y su proximidad al lenguaje científico. Con toda la información recolectada se logró caracterizar los niveles y modelos explicativos de las estudiantes y su evolución.

2 AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La ciencia es un campo que ha tenido su desarrollo histórico, práctico y epistémico a la par con el avance en la sociedad humana, facilitando y promoviendo la comprensión de los fenómenos que ocurren en su entorno; en consecuencia, la enseñanza de esta ha tenido un papel importante en la educación y por ende en la estructuración curricular, pedagógica y didáctica de las instituciones escolares. El presente proyecto tuvo como propósito caracterizar el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del aprendizaje basado en proyectos, para ello se describió la problemática desde la experiencia docente y los antecedentes investigativos relacionados a las categorías de estudio.

Desde la experiencia docente en la básica primaria es posible evidenciar que el término indagar en este nivel educativo tiende a relacionar o encasillar como homónimo de “consulta” puesto que en la didáctica tradicional que prevalece en algunas aulas de clase, la competencia se trae al contexto escolar para las tareas o compromiso en casa, donde se solicita al estudiante indagar por cierto tema o pregunta arraigando más esta concepción de búsqueda de información; dejando de lado todos los procesos cognitivos propios tales como la observación, planteamiento de cuestionamientos, búsqueda, clasificación y análisis de la información, establecimiento de variables, causas, consecuencias y representación de los datos; demostrando que al encasillarla a solo consultar se está cayendo en una falacia que no solo la minoriza sino que aleja al estudiante del acercamiento genuino y permanente a la ciencia.

Ahora bien, en el tema específico de las adaptaciones de los seres vivos, se continua escuchando respuestas a los cuestionamientos de las razones de dichas adaptaciones y los factores ambientales y biológicos que se ejercen en ellas, respuestas tales como “por qué sí”, “ todos los animales de la mismas especie son iguales” o “por qué son de otro país”, premisas que evidencian las dificultades conceptuales que presentan los estudiantes para analizar los cambios de los organismos como respuesta a estímulos como el clima, competencia, supervivencia entre otros aspectos; así mismo se observan obstáculos para

comprender la información, variables y representación de datos sobre la descripción científica en un caso de evolución biológica como se describe más adelante en los informes técnicos del Programa Todos a Aprender (PTA). En coherencia se hace necesario fortalecer la competencia de indagación de forma que los estudiantes logren interiorizar el lenguaje científico, el análisis de variables e interpreten los diferentes eventos que se presenten en su entorno.

En esta medida, el aprendizaje en ciencias no ha de centrarse en conocer y almacenar información de carácter científico, el cual ocasionalmente es atemporal o desactualizado para el momento de su enseñanza; por el contrario se plantea que los procesos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo en el aula de clase apunten al desarrollo de competencias científicas, las cuales el Ministerio de Educación Nacional (en adelante MEN) agrupa en tres dimensiones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, con el objetivo de ser competente al momento de tener una inmersión en el campo social y científico, dar explicación del porqué y cómo funcionan el flujo biológico en los ecosistemas así como la intervención de la sociedad y la tecnología en el ambiente de forma reflexiva y crítica.

Lo descrito anteriormente no involucra solo a Colombia, por el contrario, es una política educativa de muchos países. En este sentido, han surgido instrumentos de evaluación como las pruebas con un enfoque competencial y cuestionarios estandarizados que permiten evidenciar el desarrollo de las competencias científicas, entendiendo que no es un proceso terminado sino que requiere una construcción permanente y gradual de complejidad teórica y pragmática; en consecuencia surgen herramientas como el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (en adelante PISA), cuyo énfasis es determinar el dominio de los procesos, el entendimiento de los conceptos y la habilidad de actuar o funcionar en varias situaciones dentro de cada dominio; a nivel nacional el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (en adelante ICFES), con las pruebas estandarizadas Saber 3°, 5°, 9° y 11° buscan identificar el desarrollo de las competencias en áreas fundamentales y obligatorias, así como brindar información de alta calidad sobre el avance del país en

materia educativa; institución que se ve apoyada desde el año 2012 por el programa gubernamental “Todos a aprender” (en adelante PTA), cuyo objetivo busca mejorar los aprendizajes de los estudiantes de educación inicial y básica primaria en lenguaje, matemáticas y ciencias naturales de establecimientos educativos que muestran desempeño mínimo o insuficiente MEN (2022). Sin embargo, los resultados de los instrumentos mencionados reflejan falencias en los educandos para comprender, explicar, argumentar y aplicar las teorías científicas que se abordan en el aula de clase.

Para el año 2018 la última aplicación de la evaluación PISA y la publicación del informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018 OECD (2019) demostró que en Colombia cerca de 50% de los estudiantes alcanzaron por lo menos el Nivel 2 de competencia en lectura, es decir, interpretan información literal del texto así como la relación intertextual; para el caso del área de ciencias el mismo porcentaje realiza un razonamiento directo de las investigaciones sobre situaciones ambientales familiares y 35% alcanzaron por lo menos el mismo nivel de competencia en matemáticas es decir nivel 2 de los 6 establecidos; concluyendo que casi 40% tuvieron un bajo nivel de logro en las tres materias, lo que denota fuertes retos para el sector educativo en búsqueda de la reestructuración de la práctica docente, curricular y pedagógica para el desarrollo de habilidades y competencias.

Específicamente en el área de ciencias naturales, el informe Nacional de Resultados para Colombia – PISA ICFES(2020) muestra que cerca de 50% de los estudiantes de Colombia alcanzaron el Nivel 2 o mayor a este, donde la media para los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico en adelante (OCDE) es del 78%, de igual modo un porcentaje reducido cercano al 2% de los estudiantes se ubicó entre los de mejor rendimiento, lo cual quiere decir que su competencia corresponde al Nivel 5 o 6 donde la media aritmética de la OCDE circunda el 7%, situación que pone en el escenario del análisis y debate las falencias presentes en el sistema educativo, la forma de enseñanza metódica y tradicional de las ciencias en los centros escolares y la importancia del

replanteamiento curricular en términos de desarrollo de competencias más no temáticas, así como la formación para la inmersión de los estudiantes a la vida social.

En la misma línea de ideas, Muñoz (2015) señala que el desarrollo de una concepción y práctica pedagógica tradicional es un hecho latente en la escuela colombiana, supuesto que se fundamenta en la observación de la dinámica del aula de clases, análisis de currículos mayoritariamente centrados en ejes temáticos, así como los procesos de enseñanza enfatizados en la transmisión de información; que para el caso de la clase de Ciencias Naturales, evidenció que en muchas ocasiones se implementan acciones encaminadas hacia la asimilación de contenidos e informaciones poco significativas, situación seguida de una escasez de comprensión e interpretación de la naturaleza de la ciencia y de poco fortalecimiento de actitudes científicas, valores y habilidades de pensamiento que proyectan la formación de un espíritu científico en los educandos.

Ahora bien, a nivel local se puede referenciar que el municipio de Barrancabermeja cuenta con una entidad educativa territorial certificada con 108 instituciones educativas del sector oficial adscritas; entre ellas se encuentra el Instituto Técnico Superior Industrial como un centro educativo de carácter oficial que ofrece los niveles de preescolar, educación básica y media vocacional; a ella están anexas siete sedes de preescolar y básica primaria, las cuales se hallan focalizadas por los programas gubernamentales SABER y PTA; para el año 2018 se publicó el Informe de Establecimiento Educativo MEN (2020) puntualizando que los estudiantes del grado quinto para el año 2014 se encontraban un 8% en nivel de desempeño insuficiente y 56% en nivel de desempeño básico, evidenciando falencias para explicar los fenómenos naturales abordados en la prueba, así como un desarrollo precario o mínimo de las competencias científicas esperadas para el nivel académico de la población, esta tendencia es común con los resultados de la entidad territorial, al cual obtuvo 18% en nivel insuficiente y un 51% en nivel mínimo; lo que exhorta un análisis de la dinámica educativa municipal y el plan educativo decenal.

Para la segunda aplicación municipal en el año 2016, los resultados oficiales presentaron un incremento negativo en el indicador para el área de ciencias naturales; el establecimiento

educativo alcanzó un 23% de sus estudiantes en nivel insuficiente que agrupado con el nivel mínimo representaron el 77% de la población participante MEN (2020); contexto que pone en el escenario el análisis reflexivo del desarrollo de las competencias científicas en la población participante para este tiempo, así como las acciones de mejora planteadas desde lo curricular, pedagógico y didáctico a partir de los resultados del 2014, dado que las competencias no se desarrollan solo y para un momento exacto sino que es un proceso continuo y formativo; premisa apoyada por el estudio realizado por National Research Council (2000), en el cual se indica que así un aprendizaje en ciencias es superficial, es decir, sin bases epistemológicas y procesos cognitivos desarrollados, no será duradero en el tiempo, además de una escasa repercusión en la vida de los estudiantes y en su capacidad para entender el entorno e interactuar con él.

La sede B es la primera sede de básica primaria y preescolar anexa a la institución educativa; cuenta con 458 estudiantes distribuidos en dos jornadas, focalizada actualmente por el programa PTA, el cual capacita a los maestros, orienta y evalúa periódicamente a los estudiantes mediante la herramienta de la prueba Evaluar para Avanzar, la cual aborda las competencias comunicativas en las áreas de lenguaje y matemáticas para el grado tercero; para el nivel de quinto evalúa las dos competencias anteriores adicionando las competencias Ciudadanas y Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Para los periodos del 2021 y 2022 este instrumento se desarrolló de forma electrónica como prueba piloto dado el periodo de pandemia; los resultados de la aplicación del 2021 evidenciaron que las competencias científicas con menor porcentaje de respuestas correctas e indicador de dificultad como “difícil” y “muy difícil” fueron las competencias de explicación de fenómenos e indagación con porcentajes de asertividad del 50% y 75% respectivamente, específicamente en el componente de entorno vivo el cual tuvo un porcentaje de respuestas acertadas de 75% ICFES (2022). En la competencia de indagación para este componente se demostró un menor porcentaje de asertividad y mayores índices de complejidad en la comprensión de las preguntas planteadas, con falencias para emplear, diseñar y evaluar posibles representaciones para los datos suministrados por una

investigación, las variables inmersas, los factores de control y las conclusiones derivadas de la misma.

En el año 2022 la aplicación de la prueba evaluar para avanzar se desarrolló en el mes de mayo de forma electrónica y cuyos resultados fueron divulgados en el mes de julio a través de la página evaluar para avanzar en los reportes históricos PTA (2022), demostrando un aumento negativo en el indicador y una disminución en el porcentaje promedio de asertividad cercano al 60% para el componente de entorno vivo y que para el caso de la competencia de indagación se observa un decaimiento significativo del promedio de porcentaje de respuestas correctas con un resultado del 0% e indicador de “muy difícil”; lo que vislumbra falencias por parte de los estudiantes en comprender formas distintas de representación de la información científica, factores de cambios en el sistema, el análisis global para obtener o estructurar una conclusión; además de determinar el desarrollo ecológico, social y tecnológico de la ciencia. Otro punto importante de quiebre es el seguimiento a los planes de mejora y didácticos empleados en la enseñanza de los maestros de la sede, debido a que las competencias y sus evidencias de aprendizaje siguen siendo las mismas.

En consecuencia, se hace necesario caracterizar el nivel de desarrollo de las competencias científicas desde el escenario presencial postpandemia y comparar con los resultados obtenidos en los años 2021 y 2022, proporcionando un análisis de los aprendizajes logrados y los no alcanzados por los estudiantes; situación que propone un momento inflexión en la práctica educativa, en coherencia Sanmartí (2007) plantea que la rentabilidad del proceso de enseñanza sólo aumentará si se consigue regular los obstáculos del alumnado en espacios de enseñanza cercanos al momento en que se producen; premisa que entreve las dificultades en el quehacer con los resultados a nivel pedagógico, didáctico, curricular y disciplinar; puesto que estos informes nacionales en escasas ocasiones se socializan con el cuerpo docente, propiciando el debate para el establecimiento de los planes de mejoramiento para el desarrollo de estas competencias.

A continuación, se presentan investigaciones relevantes al respecto de la situación descrita:

A nivel internacional se destacan investigaciones como la realizada por Camacho et al., (2008) cuyo objetivo fue analizar la indagación como una estrategia de construcción y deconstrucción en los procesos de investigación, que para este caso está centrado a la investigación educativa y sustentado teóricamente en los postulados de diversos autores. La propuesta se diseñó bajo un enfoque epistémico de investigación acción cuyas técnicas fueron la observación directa y análisis de verbalizaciones de los participantes; demostrando que la indagación como experiencia de aprendizaje en investigación es una vía para generar cambios conceptuales y argumentativos, permitiendo el debate en el aula sustentado en intereses de sus actores y sus realidades, incorporando la elaboración y la reelaboración de las preguntas guiadas y dialogadas, lo que evidenció un camino asequible para descubrir la relación dinámica, fuerte y viva entre la palabra, la acción argumentativa y la reflexión.

En el mismo orden de ideas, Crujeiras et al., (2018) llevaron a cabo un estudio en el cual se describe una experiencia de indagación cooperativa encaminada a promover la participación del alumnado de secundaria en las prácticas científicas; analizando los desempeños relativos a la práctica de indagación establecidos en la rúbrica para la evaluación de dichos desempeños. La actividad consistió en averiguar cuál sería la mejor pelota saltarina para ganar un concurso escolar, determinando las características de distintas pelotas (número de botes, altura del bote, masa, volumen, tipo de material, textura, etc.). La intervención contó con una población de estudiantes de 4º de ESO en un tiempo total de 150 minutos divididos en tres sesiones orientadas a la preparación de la experiencia, su realización y la comunicación de los resultados; el estudio evidenció que los jóvenes muestran bajos niveles de desempeño, especialmente en las dimensiones relativas a la preparación de la experiencia y al análisis y establecimiento de conclusiones, lo cual podría a la falta de experiencia en el diseño de investigaciones, dado que dentro de la dinámica escolar cotidiana no lo habían vivenciado, además demostró un alto compromiso e interés por parte de la mayoría de los participantes. Concluyendo que el enfoque de aprender ciencias a través de las prácticas científicas requiere una participación de los estudiantes,

por lo tanto, para mejorar los desempeños del alumnado es necesario proporcionarles oportunidades variadas para ello.

Así mismo, la tesis de maestría desarrollada por Pariona (2015) en la ciudad de Ayacucho, Perú, describe un estudio cuantitativo bajo la metodología de investigación aplicada de tipo experimental con Pre y posprueba de análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza al 95% y nivel de significancia 5%; en el cual seleccionaron una muestra de 35 estudiantes del grupo experimental y 35 del grupo control; los datos fueron recolectados a través de la técnica de la prueba pedagógica y observación directa. El objetivo de la propuesta fue determinar el nivel de aprendizaje de Ciencia, Tecnología y Ambiente basada en la indagación científica y cuyos resultados demostraron que la implementación de la indagación científica influye significativamente en el desarrollo de competencia, puesto que a partir del análisis de situaciones próximas los estudiantes formulan preguntas e hipótesis, diseñan estrategias para la recolección, registro, triangulación de datos y posterior elaboración de conclusiones fundamentadas epistemológicamente.

En el ámbito nacional se encuentran estudios cuyo objeto investigativo se centra en el aporte de la indagación como competencia científica y su importancia en la formación integral del sujeto; entre ellas Coba (2021), realiza un estudio de carácter cualitativo que parte de la caracterización de la competencia de indagación, el diseño de la unidad didáctica y su posterior evaluación. La intervención pedagógica se orientó hacia el uso sostenible de los materiales en la renovación estética del aula de clase a partir de la realización de pruebas de laboratorio para la extracción de pigmentos naturales; teniendo como insumos el test de gustos y disgustos, test de retroalimentación e indagación Cuadro Conozco -Quiero – Aprendo (CQA) y rejilla evaluativa; demostrando que el aprendizaje cooperativo, la reflexión crítica y observación previa de los materiales a utilizar fueron esenciales para el desarrollo de las situaciones que se planteaban, concluyendo que existe un buen nivel de indagación post mediación pedagógica, sin embargo, algunos casos suelen tener problemáticas que se asocian a la autorregulación del aprendizaje, las cuales se

sugieren ser abordados con el apoyo de psicorientación escolar, dado que existen factores familiares involucrados.

De igual forma, Hernández (2016) cuyo propósito fue promover la competencia científica mediante estrategias de indagación guiada; buscando reconocer las fortalezas que presenta la estrategia, evaluar el efecto en los estudiantes así como identificar las competencias científicas que alcanzan a desarrollar durante la intervención; el estudio demostró que el trabajar con la guía temática, compartir de forma constante con los compañeros en cada uno de los grupos asignados y recibir la guía permanente de la docente sin entenderla como única y dueña del conocimiento, facilitó el avanzar en las intervenciones propuestas, el aporte y la participación libre y natural del alumnado dando su punto de vista sin el temor de ser juzgados al momento de cometer un error. Concluyendo que la indagación guiada es una estrategia que permite el desarrollo de ciertas competencias científicas en los estudiantes y que se puede desarrollar al tiempo con el currículo dando resultados positivos en el aprendizaje, siendo esto un avance significativo para la institución en la que se desarrolló el trabajo investigativo.

En coherencia con los estudios mencionados, la investigación llevada a cabo por Sanmiguel (2016); propuesta que se ejecutó bajo una metodología cualitativa y cuyo objetivo consistía en fortalecer la competencia de indagación en las Ciencias Naturales y Educación Ambiental a través del uso de unidades didácticas centradas en el uso de la pregunta generadora, la implementación de herramientas digitales para la creación de mapas mentales como organizadores de la información; el estudio concluye que se generaron nuevas actuaciones que intervinieron de forma positiva en la práctica docente para el mejoramiento del aprendizaje en los estudiantes; a su vez discute las características de las prácticas observadas, las condiciones que las permiten y las consecuencias que conllevan. Aportando información descriptiva y comprensiva sobre la adaptación de las unidades didácticas anexando la pregunta problema como un paso más en la metodología de trabajo.

En la misma línea de ideas, Jaimes (2017) fundamentado en los postulados del enfoque psicogenético Piagetiano, la teoría Ausbeliana de la asimilación y el aprendizaje

significativo, la psicología sociocultural Vigotskyana y el aprendizaje basado en proyectos de Kilpatrick; elabora una propuesta pedagógica en tres etapas: en la primera etapa: evaluación diagnóstica, da prioridad a la motivación y ambientación para la realización del proyecto; en la segunda etapa se lleva a cabo la implementación de la estrategia y en la fase final se evalúa el proyecto. Una vez realizada la ejecución de la propuesta se evidencia un impacto positivo en los alumnos frente a nuevas motivaciones hacia su aprendizaje, atención a las clases y se obtuvo mejores resultados en cuanto a la valoración de la competencia de indagación a través del instrumento diseñado durante el proyecto.

Asimismo, la propuesta investigativa planteada por Ciro (2012) con el objetivo de brindar un apoyo en el ámbito educativo para la implementación de una metodología que complementa los temas de las clases teóricas con la aplicación de proyectos diseñados para este fin, así como incentivar actividades como la investigación, planeación, búsqueda de soluciones, curiosidad, trabajo cooperativo y actitudes tales como autorregulación, disciplina y perseverancia; la metodología propuesta abordó el diseño y construcción de un proyecto sobre cohetes hidráulicos como método de aproximación a la física mecánica, concluyendo que la metodología de (ABPr) permitió comprender en el contexto real, la aplicación de conceptos y leyes, articulando conocimientos propios de la disciplina e intentando lograr un sinergismo que condujo al logro de una más crítica y analítica formación en la materia.

Ahora bien, el aprendizaje de los modelos de adaptación biológica de los seres vivos dentro del aula de clases, pone en evidencia los obstáculos epistemológicos de los alumnos que reducen la comprensión de la adaptación a fines teológicos, es decir, como un arreglo divino, donde los organismos fueron creados inicialmente como se conocen en la actualidad respondiendo a la voluntad y diseño de un ser superior; o como una respuesta a una necesidad ante cambios en el hábitat, disponibilidad de pareja o la aparición de depredadores; de forma que se responde a la supervivencia inmediata e individual homologando adaptación a necesidad; desconociendo los postulados de la teoría evolucionista que supone diversos conceptos y teorías tales como la adaptación, variación

fenotípica, limitación de recursos, selección naturales, origen de rasgos nuevos, supervivencia, extinción, ancestro común, herencia, entre otros.

Autores como Adúriz-Bravo et al., (2009) analizaron los obstáculos epistemológicos desde tres componentes, la teleología donde se considera que todos los organismos responden a un plan previo que los impulsa a la perfección y con una causa establecida (finalismo); desde la necesidad como fuerza impulsora de cambios en los cuales el organismo debe de adaptarse o perecer en el intento, generando o reafirmando supuestos utilitaristas; y desde la causación espontánea como producto de un agente externo que genera dicha adaptación como un depredador, mutación, causas ambientales o comportamentales.

Siguiendo con este panorama, desde la institución educativa a nivel curricular se evidencia la ausencia de la temática dentro del plan de estudios del área de ciencias naturales para el grado quinto; a pesar de estar establecido en los estándares básicos del área específicamente en el componente de entorno vivo y su presencia como eje temático en las evaluaciones externas tales como el PTA; la cual en el informe ejecutivo del año 2022 PTA (2022) evidenció un indicador de “muy difícil” en las preguntas cuyo objetivo era analizar mediante el planteamiento de una situación problema o investigable que los organismos se pueden adaptar de forma individual y momentánea sin llegar a perdurar en el tiempo (adaptación ontogénica) o a través de procesos de especiación y selección natural que perduren en la población (adaptación evolutiva).

Desde la praxis docente cuando se aborda el tema con los estudiantes de manera indirecta en los tópicos de reproducción y niveles de organización de los seres vivos, se puede inferir desde sus discursos posiciones como que cada órgano está diseñado para responder a una necesidad ejemplo garras para cazar o pelaje grueso para para climas fríos y estas cambian de acuerdo a las condiciones donde viven; además establecer dicho carácter únicamente a una especie en particular de modo que las relaciones filogenéticas se llegan a desconocer; adicionando la concepción de que para adaptarse hay que mutar y esta a su vez se de forma azarosa a algunos individuos llevándolo al plan de los superhéroes o animales extraños; así como la interpretación de que todos los caracteres son heredables en especial los beneficiosos.

A continuación, se presentan investigaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la adaptación biológica a nivel escolar; categoría que ha sido profundizada desde la formación universitaria y media vocacional, aunque los autores recalcan su importancia desde la educación básica primaria.

A nivel internacional, la investigación llevada a cabo por González Galli et al., (2008) presenta una unidad didáctica que aborda cuatro actividades para enseñar el modelo de adaptación por selección natural, dirigidas a estudiantes de la escuela media; cuyo objetivo fue desestabilizar el pensamiento finalista que podría funcionar como un obstáculo para la comprensión de dicho modelo; reconociendo que los obstáculos son construcciones personales funcionales (permiten dar sentido a ciertos fenómenos) y transversales, es decir, no están limitados a un contenido específico. Concluyendo que la modificación a nivel cognitivo para el paso del pensamiento finalista a la teoría adaptativa debe ser paulatina y conceptualmente válida desde lo científico, de modo que genere conflicto sociocognitivo y el replanteamiento de ideas; también es necesario considerar los obstáculos en el aprendizaje con una potente guía para la elección y diseño de las actividades de enseñanza, resaltando la relación "objetivo-obstáculo".

En coherencia Endreny (2006) desarrolló un estudio bajo un modelo de investigación-acción en su aula de tercer grado elemental durante dos años; el cual identificó las ideas previas y el cambio conceptual una vez implementada la unidad didáctica que relaciona las adaptaciones biológicas a la comprensión del hábitat; concluyendo que los maestros deben reconocer que los estudiantes de primaria no alcanzan la comprensión del concepto de adaptación con la mera observación de organismos que las hallan desarrollado alguna adaptación y su hábitat, puesto que esta metodología tiende a posicionar el concepto en términos de utilidad; si no que es imperativo para el maestro crear relaciones entre los conceptos inherentes es decir, hábitat, temperatura, alimento, especie, población llevando a la comprensión de la evolución y/o más experiencia y madurez para comprender realmente el concepto de adaptación.

En el mismo sentido Mengascini y Menegaz (2005) presentan una secuencia didáctica basada en el famoso caso de la polilla *Biston bitularia*, la investigación inicia con la

implementación de una prueba de indagación de ideas previas respecto al proceso adaptativo de la polilla; luego implementaron la simulación (juego) de los cambios poblacionales de *Biston betularia* (melanismo industrial). La secuencia propone los siguientes momentos: la construcción de un escenario para el planteo del problema, la elaboración grupal de conceptualizaciones provisorias, la socialización de los resultados, la formulación de hipótesis explicativas, la revisión y la resignificación de los conceptos utilizados, y la aplicación de los conceptos abordados; se encuentra como resultados que las concepciones alternativas evidenciadas son posturas Lamarckistas y finalistas acordes con lo registrado en la bibliografía consultada, además luego de implementar el juego, se plantean dificultades para comprender la idea de tiempo en escala evolutiva, el cambio sucede en una sola generación; se explica casi exclusivamente a través de los cambios experimentados por el individuo, sin considerar a la población como unidad de análisis.

Por su parte Shtulman y Lindquist (2016) presentan un estudio comparativo tomando como punto inicial el escenario de que la evolución por selección natural a menudo se relega al plan de estudios de la escuela secundaria bajo el supuesto de que los estudiantes más jóvenes no pueden comprender su complejidad. Para analizar este supuesto la población y el instrumento fue aplicado a niños entre 4 y 12 años en las que debían explicar diferentes adaptaciones biológicas antes y después de un tutorial de 10 minutos basado en analogías que ilustran los principios de variación, supervivencia diferencial, reproducción diferencial, herencia y cambio poblacional, estas mismas pruebas se realizaron en adultos. Los resultados obtenidos demostraron que, aunque los niños más pequeños mostraron evidencia mínima de aprender estos principios, los niños mayores mostraron evidencia sólida de hacerlo, aprendiéndolos a un ritmo equivalente al de los adultos. Sin embargo, los participantes de todas las edades proporcionaron explicaciones no evolutivas para las adaptaciones biológicas (es decir, explicaciones que hacen referencia a la necesidad, el crecimiento y la creación). Estos resultados sugieren que a los niños mayores en edad de escuela primaria se les pueden enseñar conceptos evolutivos, pero que aprender dichos conceptos no conduce al reemplazo automático de puntos de vista no evolutivos de la adaptación biológica.

En la misma línea de ideas, Emmons et al., (2016) presentan un estudio comparativo en el aprendizaje de hechos biológicos y la comprensión básica de la selección natural; cuya población fueron niños de jardín y segundo de primaria de nivel socioeconómico medio y alto; la intervención didáctica estuvo dada por la lectura de un cuento ilustrado que describía la adaptación dentro de una especie de mamífero ficticia pero realista, examinando el aprendizaje de los niños de 5 a 6 años y de 7 a 8 años sobre la adaptación. Los resultados revelaron que los niños más pequeños y los mayores se beneficiaron de la intervención, ilustrando el potencial de las intervenciones educativas tempranas; sin embargo, los niños mayores mostraron un aprendizaje y una generalización pronunciados; confirmando que los niños son capaces de aprender ideas biológicas complejas y que las intervenciones integrales con libros de cuentos son herramientas de enseñanza sencillas pero poderosas asimismo resaltan el potencial de las intervenciones educativas tempranas. El estudio documental desarrollado por Gándara et al., (2002) evidencia las dificultades de la transposición didáctica del concepto de adaptación biológica a los libros de secundaria obligatoria (ESO), a partir de la literatura especializada. Cuyo objetivo fue determinar en qué medida corresponde o no estas transposiciones con las denominadas ideas espontáneas de los alumnos de enseñanza secundaria obligatoria, es decir, ideas de reciprocidad causal (causa- consecuencia), explicaciones teleológicas (diseño divino) y sobre la especulación (comportamiento orgánico de todos los seres vivos). Los obstáculos fueron analizados bajo redes sistémicas desde la dimensión ontológica o la dimensión epistemológica concluyendo que cuando se analizan en conjunto los libros de texto existe una falta de criterios claros (consenso) para establecer qué quieren que un estudiante nos responda cuando le preguntamos por adaptación biológica; los documentos analizados evidencian un rechazo a la teleología interna, de carácter intencional, atribuida a la teoría de Lamarck y la presencia del argumento base de la evolución “los caracteres adquiridos no se heredan”, Pero la falta de explicitación de qué es adaptación y qué es lo que se hereda y lo que se adquiere dentro lo que exhibe cada organismo, así como la ausencia de una genética ecológica y de un modelo de desarrollo ontogénico, resta fuerza al argumento.

A nivel nacional, Chavés (2020) presenta un aporte conceptual y metodológico a las investigaciones en didáctica de las ciencias naturales desde la perspectiva de los Perfiles

Conceptuales (PC), a través de un estudio de casos con tres docentes de biología en ejercicio que aportaron la información necesaria para analizar e interpretar sus compromisos ontológicos, epistemológicos y didácticos con respecto al concepto adaptación biológica, dada su trascendencia e importancia en la construcción de la teoría evolutiva, además de ser considerado un concepto estructurante en la enseñanza de la biología escolar. La investigación se enmarca en el paradigma cualitativo-interpretativo, utilizando como estrategia metodológica el estudio de casos; obteniendo como conclusiones que la caracterización del perfil conceptual de adaptación biológica en los tres docentes evidenció zonas ontológicas y epistemológicas como la ambientalista y mutacionista que, desde el consenso científico actual, no son consideradas válidas para explicar el fenómeno de la adaptación biológica.

Siguiendo con este razonamiento, German (2009) , en cual presenta nuevos elementos conceptuales y metodológicos que enriquecen la comprensión y la reinterpretación entre los biólogos del fenómeno Adaptación Biológica y deja planteado el impacto de esta noción en la pedagogía de la ciencia; resaltando que la teoría de la evolución prevalece a nivel universitario destacando que en los niveles de la educación básica prevalece la interpretación que toda variación de los caracteres biológicos es adaptacioncita o peor aún, donde se mantengan rezagos de explicaciones finalistas; concluyendo que existe la necesidad de construir, desde la recontextualización del saber, significados de adaptación entre el docente y el estudiante, a partir de la noción validada por la ciencia, y apoyados tanto en experiencias didácticas como en la historia de cómo evolucionó el concepto. De esta forma, se le facilitará al estudiante la elaboración de explicaciones causales en torno al complejo fenómeno de la adaptación biológica.

De acuerdo con lo descrito anteriormente se plantea la pregunta de investigación:

¿Cómo se desarrolla la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del aprendizaje basado en proyectos, en estudiantes de grado quinto de la institución educativa Institituto Técnico Superior Industrial?

3 JUSTIFICACIÓN

La formación en competencias es un aspecto que ha tomado auge en el presente siglo, precisando que no es suficiente poseer la información, sino que es necesario la operatividad del conocimiento, demostrando así su comprensión, interiorización y aplicación en un contexto específico, es decir: el saber, saber hacer y saber ser. Por ello los sistemas educativos buscan el desarrollo de las competencias generales y específicas tales como las matemáticas, comunicativas y científicas; apuntando al reto del siglo: la alfabetización científica de la población.

Meta que se encuentra relacionada con el aprendizaje de las adaptaciones de los seres vivos, puesto que es considerado un pilar en el constructo teórico de las ciencias naturales como ciencia; dado que es vital comprender como se han desarrollado los reinos y las especies de estos a lo largo del tiempo, las formas en cómo han respondido a los cambios poblacionales, ambientales o genéticos, analizar la continuidad filogenética de dichas adaptaciones, es decir, si son individuales o poblacionales. De modo que entender los procesos adaptativos anteriores permitirá al ciudadano comprender los venideros respecto al uso de medicamentos, cambio climático, manipulaciones genéticas, pérdida de habitats, incorporación de especies invasoras; con el objetivo de fomentar pensamiento crítico ante la toma de decisiones que tienen injerencia en el ambiente.

La presente investigación proporciona un punto de inicio para el fortalecimiento de la indignación como competencia científica y el aprendizaje de los modelos de adaptación, partiendo de la identificación de las concepciones iniciales, los resultados periódicos de las pruebas externas, los obstáculos persistentes en los estudiantes para brindar algunas alternativas de solución desde sus contextos a problemáticas ambientales, así como el análisis, representación y seguimiento de la información científica coherente al grado de complejidad conceptual para el nivel educativo.

El estudio significará una oportunidad de mejora para los estudiantes participantes, dado el desarrollo de habilidades cognitivas superiores que se subyacen del ejercicio de la

indagación como competencia científica, tales como resolución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico y creativo entre otras; las cuales serán vitales para el inicio de la vida escolar en la educación secundaria y media vocacional. En la misma línea el analizar los procesos evolutivos de una especie significa la comprensión exhaustiva de su filogenia, relaciones intra e Inter específicas, el nicho ecológico, factores abióticos entre otros; de modo que el estudiante debe hacer uso de las habilidades que desarrolla en paralelo con la competencia de indagación, logrando obtener conclusiones respecto a si la adaptación es ontogénica o evolutiva.

Por otro lado, la praxis en el aula de clases de la metodología basada en proyectos, facilita un acercamiento genuino a la ciencia, dejando de vislumbrarla en un laboratorio y algo sumamente complejo, a una visión de ciencia que se aplica a la cotidianidad, cuyos cambios tienen repercusiones en su entorno próximo y que pueden ser comprendidas y analizadas por los educandos desde su progresión en el aprendizaje; destacando la importancia de analizar la forma en que se comprenden en clase los conceptos asociados al componente entorno vivo, las interacciones naturales, así como la representación de datos, conclusiones y posibles variables, logrando a su vez el cambio de visión sobre el aprendizaje en ciencias como algo estático y alejado de contexto inmediato.

Respecto al desarrollo de las competencias científicas y teniendo presente que las mismas no se perfeccionan o se desarrollan totalmente de forma instantánea, la investigación plantea un puente de fortalecimiento para lograr un proceso reflexivo en la ejecución de los ejes temáticos del área, así como los instrumentos estandarizados e institucionales de evaluación. A su vez pensar en la forma como se aprende el concepto de adaptación de biológica, el cual es un concepto generalmente desarrollado a niveles educativos superiores en la básica primaria implica un espacio de formación para el docente, debido que numerosos estudios evidencian los obstáculos epistemológicos que estos poseen y como los llevan a su transposición didáctica perduran y son trascendentales a la hora de aprender y para los estudiantes puesto que al comprender los procesos propios de la biología evolutiva abre el panorama a un acercamiento genuino a la ciencia.

A nivel epistemológico y didáctico el fortalecimiento en la capacidad de indagar y el aprendizaje sobre adaptación biológica, superpone un análisis y profundización de los conceptos abordados en el área de ciencias naturales, respondiendo a los estándares que plantea el ministerio de educación nacional y la sociedad internacional, de forma que el estudiante se convierta en un ser global que comprende que su papel no ha de ser pasivo y receptivo de la información científica, sino que es necesario este dinamice su accionar para comprender, refutar y corroborar dicho conocimiento; ahora bien, si la meta es movilizar el pensamiento hacia lo crítico y científico se debe de replantear todos los actores vinculados al proceso de enseñanza y aprendizaje; es en este momento donde el docente reconoce su realidad, mejorando con ello el proceso de transposición didáctica, formación y el conocimiento escolar.

Para la institución educativa promueve un cambio en la praxis académica, es decir, un punto de inflexión desde lo curricular donde la adaptación biológica no está establecida en el plan de área, desde la formación docente puesto que en básica primaria existen maestros cuya área de formación no son las ciencias naturales, lo que tiende a segar y reafirmar el término a finalismo o utilitaria. Así mismo implica una introspección frente a la metodología tradicional con la que se viene enseñando las ciencias naturales, desde la consignación de la teoría en los cuadernos y las gráficas de los sistemas indicando sus partes, por espacios de construcción social del conocimiento, un acercamiento a la reflexión como acción investigativa, las prácticas de laboratorio como herramienta didáctica y el debate como espacio de construcción y metacognición puesto que, el conocimiento científico debe ser una actividad dialogante, viva, asumiendo a la vez los límites y contradicciones de este.

A nivel personal el desarrollo de la presente investigación representa un proceso de introspección a la práctica docente y los resultados que se esperan de los estudiantes al presentar un instrumento de evaluación o explicar un fenómeno natural que se ha abordado en clases, permitiendo el replanteamiento de las estrategias de transposición didáctica llevadas al aula, la comprensión del rol que tienen los estudiantes, padres de familia y

recursos de la institución en el proceso de enseñanza y aprendizaje; así mismo comprender y modificar la evaluación de los procesos, componentes y competencias de los estudiantes. También implica el objetivo profesional de compartir la experiencia, sus resultados y acciones de mejora a compañeros docentes que deseen modificar su práctica educativa.

4 REFERENTE TEORICO

4.1 COMPETENCIA

El proceso de aprender ha de considerarse complejo y con un objetivo claro para el educador y educando, que busque responder a las necesidades y las situaciones del contexto, por ello este no puede centrarse en recibir información como si fuese una unidad de almacenamiento sino que implica que el estudiante discierna sobre el qué hacer con el conocimiento, articulando las áreas en las que ha recibido formación logrando una adaptación asertiva a la sociedad; en este panorama la comprensión de competencia se establece como un conjunto de habilidades, conocimientos y destrezas que desarrolla, fortalece y emplea el sujeto para resolver, comprender y analizar una situación en específico brindándole un acercamiento genuino al área de conocimiento específico. Lingüísticamente la Real Academia Española RAE (2001), define competencia como “Pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado”; en coherencia al contexto de nacimiento de este término en el ámbito laboral y técnico a mediados del siglo XX, sin embargo, es un concepto que ha tenido transversalidad al campo educativo como se describe a continuación

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura en adelante (UNESCO) (2007) establece que una competencia es la adaptación de la persona a la situación y su contexto constituye, por esencia, el desarrollo de una competencia; así mismo El Program Definition and Selection of Competencies en adelante OCDE (2005) enuncia la competencia como la capacidad para responder a las exigencias individuales o sociales para realizar una actividad o una tarea desde una combinación de habilidades prácticas y cognitivas interrelacionadas, conocimientos, motivación, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y de comportamiento que pueden ser movilizados conjuntamente para actuar de manera eficaz; estas concepciones permiten comprender la competencia no solo desde el ámbito cognitivo y pragmático del ser, sino que ponen en el escenario el ámbito social del sujeto dado que es en la sociedad donde el espacio cognitivo toma aplicabilidad y valor en la transformación de las comunidades y el entorno.

Autores como Rychen y Tiana (2004) convergen con esta concepción al establecer el carácter holístico de la competencia, pues integra las exigencias internas y externas de la sociedad, contexto y el ámbito ético; generando así un sistema complejo de pensamiento y acción en la cual hacen sinergia el conocimiento, habilidades, destrezas, actitudes, pensamiento, motivaciones y emociones. En este mismo sentido integrador Medina (2009) sugiere que la formulación de la competencia debe integrar aquello que se quiere aprender, cómo se ha de aplicar y poner en práctica lo que se ha aprendido y las actitudes, emociones y valores que subyacen al proceso de enseñar y aprender.

Vasco (2003) por su parte, plantea la competencia como la relación entre conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, metacognitivas, socioafectivas y psicomotoras, que facilitan la eficacia y la eficiencia del sentido de una actividad en un contexto nuevo. Así pues, la competencia en la educación abarca una formación integral, donde se tienen en cuenta todas las dimensiones del ser humano para potencializar sus capacidades. En este mismo sentido Sanmartí (2007), establece que las competencias se constituyen en la confluencia de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, todo ello puesto en práctica (en vivo) en situaciones reales del trabajo (en este caso) profesional; demostrando que el ser competente no concierne a un espacio sino que alude a la capacidad de afrontar situaciones complejas en un contexto determinado integrando diferentes componentes, como los cognoscitivos, actitudinales y procedimentales.

Ahora bien, dependiendo del objetivo formativo que se ha trazado y la perspectiva del maestro las competencias que se desarrollen en el aula de clases pueden y son evaluadas desde visiones sumativas que implican una desconexión entre las competencias propias de cada área del saber o una perspectiva integrada a partir de la metacognición del estudiante durante su proceso formativo; Sanders citado por Pérez Gómez (2011) establece cuatro corrientes o enfoque sobre las competencias, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Enfoque sobre las competencias

Conductista	Microcompetencias aisladas
Sumativo	Yuxtaposición de conocimientos y habilidades que se desarrollan de forma separada, aunque coordinados y se evalúan también de forma separada
Integrativo	Las habilidades y los conocimientos se desarrollan de modo conjunto
Holístico	Las competencias son complejos sistemas de reflexión y acción que incluyen conocimientos, habilidades, valores, actitudes y emociones.

Fuente: Pérez Gómez (2011)

Por su parte López (2016) recopila la concepción de diversos autores y presenta una síntesis del concepto desde tres perspectivas los atributos personales, elementos de proceso y referencias a un producto, presentado en la tabla 2:

Tabla 2. Fuentes conceptuales a la noción de competencia

Perspectiva	Características
HISTÓRICA	Llegar, ser capaz, tener la habilidad de conseguir algo, una cierta destreza, capacidad, permisión.
ETIMOLÓGICA	Ir al encuentro una cosa de otra, responder, estar de acuerdo con, aspirar a algo, ser adecuado
SEMÁNTICA	Aptitud, idoneidad, quien conoce cierta ciencia o materia, experto en la cosa que expresa.

Fuente: López (2016)

En el sector educativo, las competencias básicas constituyen unos de los parámetros que los educandos deben desarrollar a lo largo de su proceso escolar, es decir, el proceso de

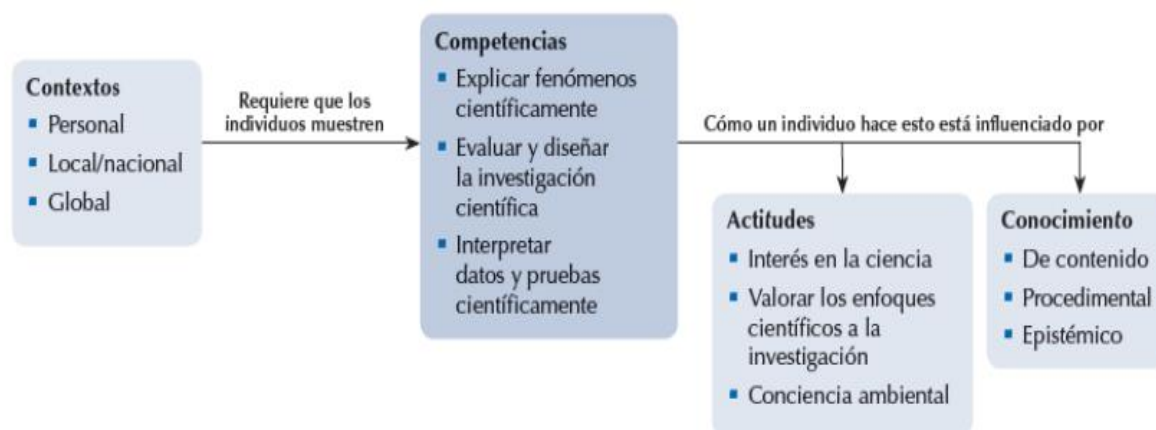
enseñanza y aprendizaje ha de centrarse en el desarrollo de las competencias científicas, competencias ciudadanas, competencias comunicativas y las competencias matemáticas. En coherencia MEN (2005) define la competencia como un conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socioafectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores. Por lo tanto, la competencia implica conocer, ser y saber hacer, dado que esta le permite al sujeto reconocer, analizar y transformar la realidad en la que se desarrolla, otorgando de esta forma una visión más amplia en cuanto a las habilidades y procesos cognitivos implícitos en la misma.

4.2 COMPETENCIA CIENTIFICA

4.2.1 Competencias Científicas Según PISA

Las competencias científicas se sitúan como una competencia específica cuyo objetivo es la construcción de la capacidad de discernimiento en el alumno para comprender el conocimiento científico escolar aprendido a lo largo de los niveles educativos cursados y su aplicación para dar solución a un problema en específico; lo cual le significa interpretar resultados, variables, gráficas, establecer relaciones y predecir futuras consecuencias. Esta competencia es analizada por programas de evaluación internacional que buscan determinar el nivel de desarrollo de sus componentes, entre ellos OCDE (2006) la define como la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Además, apunta a la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y las investigaciones humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas sobre la ciencia como un ciudadano reflexivo, evidenciando que ser competente implica saber actuar bajo una mirada científica y basada en pruebas científicas, postulado que se evidencia en el marco de evaluación de la competencia científica en PISA 2015 y PISA-D.

Ilustración 1. Interrelaciones entre los aspectos de la competencia científica



Fuente: OCDE (2016)

La competencia científica, no solo pretende la comprensión del mundo natural próximo, sino como se ha mencionado se apunta a la formación del pensamiento crítico, que le permita al sujeto tomar decisiones y posturas frente a problemas que le afectan o que generan dilemas morales, sociales o ambientales, es así que para participar en temas y debates científicos primero se debe tener suficientes bases cognitivas y epistémicas sobre lo que se va a intervenir; en este sentido y partiendo de la evaluación como un proceso continuo y formativo PISA valora esta competencia desde tres capacidades, la primera centrada en los procesos o destrezas científicas la cual puntualiza en la capacidad de interiorizar, interpretar y reflexionar a partir de las pruebas, investigaciones o conclusiones científicas; la segunda correspondiente a los conceptos y contenidos científicos vitales para la comprensión epistemológica de los fenómenos físicos, químicos y/o biológicos; por último, el contexto en que se aplica el conocimiento científico, el cual se realiza la sinergia de las otras dimensiones y se pone en praxis el conocimiento analizado y construido. Así mismo PISA establece procesos implícitos en las mismas, como se presenta a continuación:

Tabla 3. Capacidades en la competencia científica según PISA

Identificar cuestiones científicas	Reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente
	Identificar términos clave para la búsqueda de información científica
	Reconocer los rasgos clave de la investigación científica
Explicar fenómenos científicos	Aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada
	Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios
	Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas
Utilizar pruebas científicas	Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones
	Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones
	Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos

Fuente: OCDE (2016)

La OCDE plantea tres dimensiones como se presentan en la siguiente tabla, las cuales conforman la competencia científica continuando con la línea holística descrita apuntando al cambio de paradigma de saber hacer hacia una triada saber, saber hacer y saber el porqué del conocimiento científico, sus implicaciones y convalidación de este.

Tabla 4. Dimensiones de la competencia científica

Dimensión conceptual	Utilización y relación de los modelos científicos para la interpretación de fenómenos naturales
Dimensión procedimental	Aplicar habilidades de razonamiento científico como identificación, inducción, deducción y diseño experimental
Dimensión epistémica	Apropiación del discurso científico para validar el conocimiento

Fuente: OCDE (2016)

4.2.2 Competencias Científicas Según el MEN

El ministerio de educación nacional MEN (2005) establece que la finalidad de las competencias Científicas es favorecer el desarrollo del pensamiento científico, que permitan formar personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, capaces de valorar las ciencias, a partir del desarrollo de un pensamiento holístico en interacción con un contexto complejo y cambiante. Esto exhorta a comprender la dualidad del concepto puesto que es necesario la formación cognitiva en la rama de saber específico que lleve a entender el saber qué, cómo, el para que y porque de los fenómenos y durante esta exploración y cuestionamientos se desarrollen habilidades, destrezas, actitudes y procesos propios de cada competencia; reconociendo que no basta con lo descrito anteriormente sino se aplican, evalúan y fortalecen en situaciones reales que impliquen una postura crítica, reflexiva y epistémica.

Por su parte el instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación establece tres competencias científicas en el área de las ciencias naturales en las cuales se transversaliza el sentido de reconstruir y poner en ejecución de forma critica los conocimientos científicos para resolver una problemática social y ambiental, es así que se organiza las competencias del uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación reconociendo la ciencia como un constructo humano, validable y debatible en cualquier instancia que a su vez se caracteriza por su propia lenguaje, signos y metodologías de abordar los problemas.

Según Quintanilla (2005) las competencias científicas involucran tres dimensiones: conocimientos, habilidades y valores, es decir, saber, hacer y ser. Para el autor, la dimensión del saber implica, por ejemplo: comprender, identificar, conocer, ser capaces de caracterizar tipologías, de identificar teorías y comprenderlas o definirlas desde la lectura tradicional. La dimensión saber hacer comprende habilidades que van al campo de los procedimientos. Y los valores, es decir sabe ser, se relacionan con las actitudes que mueve a los estudiantes a las competencias valóricas, sentido ético de la actividad científica y pensamiento holístico. Por lo tanto, el desarrollo de competencias científicas es el resultado de procesos didácticos que superan la contradicción entre los intereses de los alumnos y los objetivos del docente.

En coherencia con lo que se ha descrito que las competencias se forman desde lo vivencial y su consecución es graduada respondiendo al nivel escolar y las necesidades e intereses del educando, el autor Mejía (2015) plantea que las competencias específicas en ciencias naturales es importante abordarlas y desarrollarlas desde las primeras etapas de la vida escolar de forma que el estudiante vaya interiorizando y avanzando a la par con su acercamiento al mundo de las representaciones micro y macroscópico desde una visión cuestionadora y crítica partir de la observación, verificación teórica experimentación y su interacción con el mundo que le rodea.

4.3 COMPETENCIA DE INDAGACION

Desde el ministerio de educación nacional ICFES (2020) la indagación se describe como la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural y la dimensión ambiental, involucrando los procedimientos y las distintas metodologías que se dan para generar más preguntas o intentar dar respuesta a una de ellas. Por tanto, el proceso de indagación en ciencias implica, observar detenidamente la situación, plantear preguntas, buscar relaciones de causa efecto, recurrir a los libros u otras fuentes de información, predecir, plantear experimentos, identificar variables, realizar mediciones, organizarlas y analizar los resultados.

La indagación como una actividad multifacética cuya finalidad no es repetir un protocolo o una receta establecida en el escenario científico sino que propende que los estudiantes puedan realizar observaciones, proponer preguntas, examinar libros y otras fuentes de información, para ver que se conoce, planear investigaciones, reconocer lo que se sabe en función de nueva evidencia experimental, usar herramientas para recolectar, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados. La indagación requiere la identificación de suposiciones, el uso del pensamiento crítico y lógico, y la consideración de aplicaciones alternativas.

Evaluar esta competencia implica que el trabajo en los establecimientos educativos tenga en consideración la necesidad de lograr con los niños, las niñas y los jóvenes el comprender

desde la investigación científica el mundo natural, derivar conclusiones para algunos fenómenos de la naturaleza basándose en conocimientos científicos y en la evidencia de su propia investigación y la de otros; observando y relacionando patrones en los datos para evaluar las predicciones; el ICFES desarrolla la competencia indagación mediante dos afirmaciones cada una con sus evidencias respectivas, conformando una rejilla de valoración como se presenta a continuación en la tabla 5:

Tabla 5. Competencia indagación según ICFES

AFIRMACIÓN	EVIDENCIA
Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.	• Comprende que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, y que estas son susceptibles a cambiar con el tiempo y a ser evaluadas de acuerdo con la evidencia. • Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo los que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.
Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales; además, comunica resultados que permiten dar respuesta a preguntas e hipótesis	• Evalúa y propone procedimientos experimentales apropiados para responder preguntas e hipótesis, según el fenómeno estudiado, en una situación problema referida a contextos naturales y ambientales. • Reconoce y diseña instrumentos y formatos adecuados para la recolección, sistematización y análisis de datos. • Utiliza diversas formas de representación para comunicar los resultados y plantear conclusiones derivadas de una investigación científica, referida a contextos naturales y ambientales.

Fuente: ICFES (2022)

Como se ha mencionado, esta competencia está estrechamente relacionada con el proceso investigativo, dado que apunta al desarrollo de la capacidad para construir el conocimiento a partir de sus propias experiencias. Es así, que, para García González (2014) un modelo didáctico en la escuela por indagación podría favorecer el desarrollo en los niños de la habilidad de formular preguntas investigables, una capacidad central al pensamiento científico y que ha sido poco explorada aún.

Asimismo, Bybee (2004) explica que el aprendizaje por indagación se encuentra integrado en tres componentes, es decir, las habilidades de indagación (lo que deben hacer los estudiantes) las cuales se describen en la tabla número 6, el conocimiento acerca de la indagación (lo que se debe comprender de la naturaleza de la indagación) y una aproximación pedagógica para la enseñanza de los contenidos científicos (lo que deben hacer los docentes); concepción que se ve afirmada por Furman (2008) donde la indagación requiere la identificación de suposiciones, el uso del pensamiento crítico y lógico, y la consideración de aplicaciones alternativas. Así pues, el modelo por indagación permite sentar las bases del pensamiento científico, en los alumnos de básica primaria, porque ubica el centro en la enseñanza integrada de conceptos y de competencias científicas.

Tabla 6.*Habilidades vinculadas a la competencia indagación*

• Identificar preguntas que puedan ser respondidas mediante una investigación científica
• Diseñar y conducir Investigaciones Científicas
• Usar herramientas y técnicas empleadas para recolectar, analizar e interpretar datos
• Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso del modelo actualizando pruebas obtenidas

-
- Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre las pruebas obtenidas y las explicaciones
-
- Reconocer y analizar explicaciones y predicciones alternativas
-
- Comunicar procedimientos y explicaciones científicas
-
- Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación
-

Fuente: Bybee citado por Padilla y Reyes (2012)

Por lo tanto, es vital la implementación del aprendizaje por indagación en las aulas de clase puesto que ayuda generar espacios de investigación en aula, comprensión del conocimiento científico para que los estudiantes lo adapten a su cotidianidad. En coherencia con esta premisa autores como Bevens (2016) consideran que la indagación es el mejor método para enseñar ciencias, promover habilidades de investigación en los estudiantes y ayudarles a interiorizar nuevo conocimiento en la búsqueda de respuesta a preguntas científicas, previamente formuladas. Así, afirman que esta aproximación aporta al alumnado un mayor control del propio aprendizaje y le permite navegar activamente por los caminos que aumentan su comprensión y motivación y mejoran su actitud hacia la práctica científica, incrementando su autoestima y su capacidad para manejar nuevos datos en un mundo cada vez más complejo. Para Gómez (2013) la indagación es un modo de aprendizaje y metodología de la instrucción, por el cual se debe hacer énfasis en la curiosidad del alumno como los actores que resuelven o solucionan un problema o situación concreta, de manera que los estudiantes formulan hipótesis a partir de sus preguntas, estas deben ser capaces de comprobar.

Por su parte Eggen y Kauchak (2001) han abordado la indagación por etapas de desarrollo, con el objetivo de monitorear, evaluar y fortalecer los procesos implícitos en esta competencia para abordar una situación problema, planteando un modelo de indagación el cual se describe en cinco etapas o momentos en las cuales predomina habilidades como creatividad, autonomía y el pensamiento crítico; la primera etapa consiste en la identificación de una pregunta o problema, de forma que este sea detonante para el trabajo investigativo, luego la formulación de hipótesis, momento que fortalece el pensamiento

crítico puesto que la capacidad de identificar información relevante del problema es trascendente para plantear una conjetura de explicación del porqué, en palabras del autor Eggen y Kauchak (2001) este momento implica dar una respuesta tentativa a una pregunta o la solución de un problema, que puede ser verificado con datos.

Seguidamente, la recolección de datos, en la cual el estudiante recurre a diferentes fuentes primarias y secundarias reconocimiento la pertinencia para el estudio, empleado técnicas que faciliten la observación, análisis y clasificación de los datos que apunten a la situación investigada; el cuarto momento es la evaluación de la hipótesis, considerado el momento vital del proceso de indagación puesto que pone en conversación la información, los datos recolectados y la hipótesis para validar o desestimar la misma. Finalizando con la generalización en la cual ya se muestran los resultados y la comprensión del problema abordado, en este momento se observa la interiorización, profundidad epistemológica y conceptual que adquieren los educandos; el modelo descrito anteriormente se ejemplifica en la siguiente tabla:

Tabla 7. *Fases de indagación y adquisición de conceptos desde el modelo Eggen y Kauchak 2001*

Etapas	Adquisición de conceptos
1. Problema o pregunta	Problema: ¿cuál es el concepto?
2. Formulación de hipótesis	Formulación de hipótesis: El nombre del concepto podría ser...
3. Recolección de datos	Recolección de datos: Se presenta a los alumnos ejemplos positivos y negativos.
4. Análisis de las hipótesis	Análisis de las hipótesis: Las hipótesis que no son corroboradas por los ejemplos son rechazadas.
5. Generalización	Generalización: Se define el concepto.

Fuente: Vanegas Cardona (2019)

Por otro lado, Ferrés Gurt et al., (2015), han continuado con los estudios respecto al desarrollo de la competencia de indagación, llevando a cabo una investigación con

estudiantes de la educación secundaria obligatoria (ESO) en España; reconociendo que la indignación pone en el aula de clase las habilidades investigativas y potencia el aprender de ciencia, haciendo ciencia; como una actividad y producto humano, la cual hay que cuestionadora constantemente; de allí su importancia en el proceso de aprendizaje. Los autores parten teóricamente de los planteamientos de Tamir et al., (1982) en los cuales se establecen veintiún categorías de análisis, para lo cual se compararon y estructuraron siete categorías en el estudio y sus respectivos indicadores, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación*

Categoría	Subcategoría Niveles de Competencia Indagadora	Indicadores
Competencia científica de indagación	Identificación de problemas investigables	• No identifica problemas o no plantea problemas o plantea problemas inabordables • Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados • Identifica problemas de investigación adecuados y concretas interrogantes
	Formulación de hipótesis	• No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido • Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos • formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o solo emite predicciones • Plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación

	• Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describe en forma de deducción y con referencia al modelo: “si pensamos que... entonces si... observaremos que...”
Identificación de variables	• El diseño debería contemplar variables y no las tiene en cuenta • No identifica ni VI ni VD o no las sabe concretar a pesar de haberlas considerado en el diseño
VI variable independiente	• Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis formuladas
VD variable dependiente	• Identifica VI y VD, pero de manera inconcreta o imprecisa • Identifica y define VI y VD apropiadas, que encajan con las hipótesis
Planificación de investigación	• No hay o no propone diseño experimental o metodológico o lo hay, pero no lo identifica • El diseño metodológico no permite comprobar las hipótesis • el diseño metodológico solo permite una comprobación parcial de las hipótesis • El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explícita • Controles o el control es incompleto o descripción incompleta del diseño • El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y control

Recogida y procesamiento de datos	• No ha recogido datos de investigación: ni los ha generado en experimentos u observaciones ni los ha obtenido de fuentes de datos • Recogida de datos incompleta, con falta de precisión, o con déficits en la aplicación de técnicas y medidas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados y cálculos con incorrecciones • Recogida de datos con errores o imprecisiones o que muestra falta de comprensión de los procedimientos y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis testadas, pero con tratamiento adecuado de los datos y la representación gráfica • Recogida de datos metódica, con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, que aportan datos relacionados con las hipótesis, con buen tratamiento matemático y gráfico, pero sin réplicas y con control insuficiente • Recogida de datos metódica, adecuada y suficiente con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, buen tratamiento matemático y gráfico de los datos, y con réplicas y controles
Análisis de datos y obtención de conclusiones	• Sin análisis de datos • Análisis deficiente y conclusiones no fundamentadas en datos • Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos. No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas

	• Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos poco fiables, “simplista” ... • Análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas. Coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas
Metarreflexión	• No sabe describir las características de los procesos de indagación científica • Descripción incompleta de características de un proceso de indagación o con confusión de conceptos, ideas puramente inductivistas y poca o nula referencia a conceptos científicos • Buena descripción de los procesos de indagación, con referencia a conceptos científicos tanto para formular hipótesis como en el análisis de datos y la argumentación de conclusiones, que no surgen simplemente de procesos de inducción

Fuente: Ferrés Gurt et al., (2015)

Cómo se ha descrito, la indagación en el proceso de aprendizaje y enseñanza resulta importante, no solo para el fortalecimiento de la competencia sino también para el pensamiento crítico y la creatividad de los estudiantes; la cual no se debe esperar a que los menores ingresen a la educación secundaria o media para empezar a abordar estrategias que se encaminen a este fin; es imperativo desde los primeros grados escolares con el obtuvo de formar hábitos de investigación, formulación de preguntas e hipótesis, análisis, monitoreo, organización de datos y publicación de modo que estas se refuercen y no tengan un inicio tardío en la adolescencias, incrementando las falencias como se demuestra en pruebas nacionales e internacionales.

El presente estudio tiene como poblaciones estudiantes de básica primaria por ello se hace necesario la adecuación de las etapas, niveles e indicadores, partiendo de los planteamientos de Ferrés Gurt et al., (2015); Eggen y Kauchak (2001); los cuales se presentan a continuación.

Tabla 9. Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación

Categoría	Subcategoría etapas de Competencia indagación	Niveles	Indicadores
Competencia científica de indagación	Identificación de preguntas o problemas investigables	N1	El estudiante no identifica problemas o no plantea preguntas referentes a las adaptaciones de los seres vivos
		N2	El estudiante identifica problemas con formulación ambigua o mal formulados referentes a las adaptaciones de los seres vivos
		N3	El estudiante identifica problemas de investigación adecuados y concretas, planteando interrogantes respecto a las adaptaciones de los seres vivos
	Formulación de hipótesis	N1	El estudiante no plantea hipótesis o no identifica hipótesis respecto a las adaptaciones de los seres vivos
		N2	El estudiante plantea hipótesis ambiguas o sin relación con el problema, respecto a las adaptaciones de los seres vivos
		N3	El estudiante plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación respecto a las adaptaciones de los seres vivos
	Identificación de variables	N1	El estudiante no reconoce los factores o variables que intervienen en las adaptaciones de los seres vivos

Recolección y procesamiento de datos	N2	El estudiante identifica los factores o variables que intervienen en las adaptaciones de los seres vivos, pero de manera inconcreta o imprecisa
	N3	El estudiante identifica los factores o variables que intervienen en las adaptaciones de los seres vivos
	N1	El estudiante no recoge datos de investigación mediante observaciones ni ha seleccionado una fuente de datos
	N2	El estudiante recoge datos con errores o imprecisiones conceptuales, pero con tratamiento adecuado de los datos y/o representación gráfica
	N3	El estudiante recoge datos metódica, con buena comprensión y con tratamiento adecuado de los datos y/o representación gráfica
	N1	El estudiante no presenta conclusiones y análisis de datos
Análisis de datos y obtención de conclusiones	N2	El estudiante presenta conclusiones y análisis de datos incompleto o poco fundamentado en los datos “simplista”
	N3	El estudiante presenta un análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas

Fuente: Elaboración propia en colaboración del asesor, a partir de los modelos planteados por Ferrés Gurt et al., (2015); Eggen y Kauchak (2001)

4.4 GENERALIDADES SOBRE A LAS ADAPTACIONES DE LOS SERES VIVOS

La adaptación en los seres vivos es un proceso sistemático e intencionado que responde a cambios climáticos, geográficos, competencia por alimentos o pareja, así como por la supervivencia ante nuevos depredadores; es así que los genes que mutan o evolucionan se perpetúan en las próximas generaciones garantizando así la existencia de la especie y la selección de carga genética. Para autores como Reeve y Sherman (1993) la adaptación es una variante fenotípica que da como resultado la mayor aptitud entre un conjunto específico de variantes en un entorno dado, admitiendo que la teoría de la selección natural predice que el fenotipo más adaptado será el predominante, pero pueden entrar en juego otros procesos selectivos como la deriva, la migración o la selección que actúa sobre un rasgo correlacionado.

Los procesos adaptativos inician su estudio con la teoría de la adaptación teísta, postura de los naturalistas del renacimiento, en la cual predomina el concepto del diseño divino de cada organismo, es decir, cada especie se adapta, responde a los cambios y se relaciona con su entorno y/o poblaciones gracias a una fuerza superior, quien les brinda los caracteres precisos para llevar a cabo los procesos vitales; otorgando así caracteres específicos a los depredadores como colmillos, garras, gran tamaño o masa muscular e instinto de caza; por su parte, las especies que son presas presentan características como la agilidad, mayor desarrollo de los sentidos de alerta, menor tamaño o peso; de forma que existe un equilibrio entre las comunidades, desde esta postura la adaptación es un don o regalo divino.

Posteriormente se planteó la adaptación evolutiva de Lamarck quien analizó que los caracteres fenotípicos no solo responden a la continuidad genética de las especies sino que tienen influencia de los factores ambientales, en esta medida el autor planteó dos leyes; la primera la ley denominada el uso/desuso, esta sugiere que el órgano o parte del cuerpo se fortalece y perfecciona o por el contrario se atrofia o reduce según su uso o necesidad; la segunda ley de herencia de caracteres adquiridos, puesto que una vez perfeccionados o reducidos los órganos estos se heredaran a las próximas generaciones quienes podrían

continuar perfeccionando, abolir o modificar continuando de generación en generación. Sin embargo, los aportes genéticos mendelianos otorgaron sustento experimental para demostrar que es baja la probabilidad de que los alelos modificados se perpetúen íntegros de padres a hijos puesto que, las adaptaciones por el esfuerzo sostenido o por las influencias ambientales, no se podrían heredar, sino que cada organismo debía desarrollar las características en base a su necesidad.

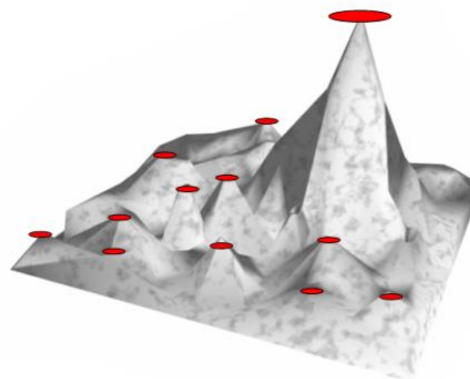
Por su parte la teoría de la selección natural, la adaptación biológica y el origen de las adaptaciones/caracteres propuesta por Darwin (1997), formuló que la dirección del cambio adaptativo se impone desde el exterior, desde el ambiente o bien desde otras formas vivientes y de los virus. Los organismos no pueden hacer nada, biológicamente hablando, ante los cambios ambientales; sólo se posee las características con las cuales se nació. Entonces, la adaptación biológica pasa por la eliminación de todos aquellos individuos que no tienen características que les permitan competir en la lucha por la vida, que se lleva a cabo sobre todo y con mayor fuerza, contra los miembros de su misma población, de su misma especie. Concluyendo que la adaptación es un proceso poblacional guiado por la selección natural inducida por el ambiente, es de tipo determinista y no azaroso, la cual es capaz de especificar los organismos capaces o con variaciones genéticas mínimas que le permitan sobrevivir, responder a la presión ambiental y tener mayor número de descendencia (eficacia biológica) por el contrario se desplazaría a aquellos organismos que no pueden responder a estas condiciones.

Así mismo esta teoría tiene una relación dependiente de los procesos evolutivos con los factores bióticos o abióticos en donde esa población u organismo se encuentra, así la adaptación biológica sería uno de los aspectos de la llamada microevolución dando origen a subespecies con un origen o ancestro común; por tanto, se concibe a la selección natural como una fuerza responsable del incremento adaptativo de las frecuencias alélicas en las poblaciones, las cuales son vitales para su caracterización por parte de los biólogos. Otro aspecto importante dilucidado por el autor es la comprensión de las fuerzas externas manipuladas para lograr cambios fenotípicos denominada selección artificial, donde se

analiza la influencia del hombre en mejorar ciertas características necesarias en cultivos o animales de granja producto de la domesticación de varias generaciones.

Actualmente se esboza la teoría del balance cambiante propuesta por Sewall Wright en 1932, una teoría integradora de la evolución adaptativa partiendo de los axiomas de Darwin, incorporando la adaptación biológica, la especiación y la fuerza modeladora de la selección natural; estableciendo que el ambiente es un arreglo espacial heterogéneo, en el que cada especie estaba distribuida ocupando un pico adaptativo (entendido como hábitat), redefine la evolución como el paso de una población de un pico adaptativo a otro. Wright citado por Iturbe Acosta (2010) plantea que aun cuando una población/especie se encontrara ocupando un pico alto (óvalos en color rojo), en donde la implacable selección estabilizadora elimina toda variante individual, la población se podría subdividir en grupos pequeños de manera reproductiva. Este tipo de cruza entre parientes cercanos favorecería la acumulación de alelos recesivos de manera rápida y, a su vez, se generarían nuevas interacciones entre éstos; de este modo, las pequeñas subpoblaciones se desadaptarían del pico cayendo hasta los valles (óvalos en color rojo), escapando así a la acción purificadora de la selección estabilizadora.

Ilustración 2. Paisaje adaptativo según Wright Sewall

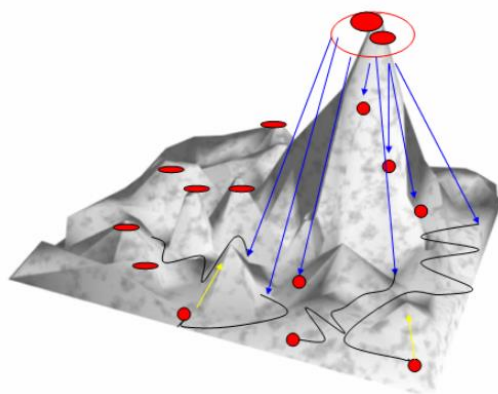


Fuente: Iturbe Acosta (2010)

Una vez en los valles, las subpoblaciones, provistas de nueva variación morfológica, ya no estarían sujetas a los otros factores evolutivos distintos de la endogamia (mutación y migración), ni a la selección, sino que estarían vagando o la deriva, por lo que su supervivencia o posible desaparición, por estar desadaptada, se debía totalmente al azar; de ahí el concepto de deriva genética, que no es una fuerza evolutiva, ni un factor evolutivo y que mejor se denomina deriva alélica, precisamente por ser las interacciones nuevas entre estas alternativas génicas las responsables de los patrones de variación novedosos.

Sin embargo, si la población durante su tránsito por los valles no se lograra readaptar, que es lo más probable, se extinguiría (la tercera fase del proceso). Por lo anterior, la propuesta de Wright es integradora y requiere la interacción de los factores evolutivos: mutación, endogamia y migración o flujo alélico, en combinación con la fuerza creativa de la selección natural. La deriva alélica debida a la endogamia, el elemento más innovador de Wright el componente azaroso del proceso evolutivo, mientras que la selección el componente determinista en el proceso de adaptación biológica.

Ilustración 3. Caída de las subpoblaciones endogámicas desadaptadas desde un pico adaptativo y colonización de algunos nuevos



Fuente: Iturbe Acosta (2010)

Ahora bien, como se ha descrito los procesos adaptativos o evolutivos proporcionan la diversidad en las especies y favorece los ajustes genéticos y morfológicos frente a los cambios abióticos y bióticos que se presentan en cualquier lapso, garantizando la herencia de alelos exitosos en las nuevas subespecies que a su vez desarrollan adaptaciones de tres tipos morfológica, fisiológica y etológica

Tabla 10.Tipos de adaptación biológica

Adaptación morfológica	Se origina cuando se da una modificación en el aspecto físico del organismo, con el objetivo darle una ventaja frente a la caza, ambiente o el camuflaje (mimetismos)
Adaptación fisiológica	Comprende aquellas donde se produce una alteración en el funcionamiento interno del organismo en términos de creación, refuerzo o modificación de enzimas, hormonas, rutas metabólicas o desarrollo de órganos internos
Adaptación etológica	Ocurre en la relación entre la población o la especie, es decir, los cambios del sujeto frente a sus semejantes en cuanto al apareamiento, organización de la caza o comunicación interna

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

4.5 APRENDIZAJE DE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS SERES VIVOS

El referente teórico de la adaptación biológica y sus conceptos adyacentes han estado planteados en el currículo escolar desde los libros reglamentarios de la educación colombiana y a nivel mundial, estableciendo que es vital comprender pasado, presente y el futuro de las especies; con miras a responder a las consecuencias del cambio climático, su incidencia en la conservación del habitat y las relaciones intra e interespecíficas de las poblaciones; en esta línea autores como Gagliardi (1986), González (2011), Kampourakis (2013) citados por Chaves (2020) establecen que el concepto adaptación biológica toma trascendencia e importancia en la construcción de la teoría evolutiva, la cual es considerada un concepto estructurante y clave en la enseñanza de la biología escolar

Sin embargo, como se ha descrito en el capítulo uno, la aplicación de este concepto biológico en el aula representa múltiples obstáculos y desafíos para los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, Evans (2008) propone que el individuo (tanto profesor como alumno) que ingresa al aula trae consigo una psicología personal ingenua, una ecología cognitiva de factores que impactan el aprendizaje, tales como concepciones/conocimientos, creencias, disposiciones, desarrollo, habilidades, valores, emociones y deseos previos, todos los cuales se ven afectados por la cultura y el contexto. En tal sentido, las respuestas a las explicaciones de las adaptaciones biológicas se enmarcan desde generalidad como producto de la cotidianidad, la formación escolar, la experiencia personal o desde el modelo lamarckiano, es decir, fisiológico. En coherencia investigaciones demuestran que los estudiantes tienden a relacionar la adaptación como respuesta a una necesidad inmediata del medio o la supervivencia de un organismo, el arraigo la idea del “uso y desuso” para los órganos o el otorgarle un origen espontáneo y/o divino a los organismos; premisas que emplean para dar explicaciones a las diferencias entre especies.

De igual modo, autores como Moore (2007); Asghar et al., (2007) expusieron que existen factores asociados a estos obstáculos, tales como la falta de conocimiento del contenido pedagógico específico del dominio; principalmente en el contexto de esta investigación, la básica primaria donde el maestro titular orienta todas las áreas escolares, existiendo situaciones de preferencia y facilidad de algunas temáticas, explicaciones con escasas bases epistemológicas u omisión de algunas temáticas. Otro factor analizado es la presión o conflicto potencial con estudiantes, padres o miembros de la comunidad educativa, puesto que el abordar temáticas de adaptación implica una mayor disposición de tiempo, entrar en conflicto con algunas concepciones religiosas o culturales, la formación y fortalecimiento de habilidades investigativas así como de recursos didácticos y administrativos dado lugar al tercer factor, la falta de apoyo o repercusiones negativas de los administradores y juntas escolares locales.

Otro aspecto vinculado al aprendizaje de la adaptación biológica que también se ha puesto en el escenario investigativo son los libros de texto, puesto que, estos contribuyen al sesgo utilitarista, mutante o finalista que se le ha brindado a la temática, esta premisa se apoya en

lo planteado por Nehm y Schonfeld (2008) quienes sostienen que incluso la estructura de nuestros libros de texto puede reforzar una mala instrucción sobre la evolución, en su análisis de contenido de tres de los libros de texto universitarios revelaron que el contenido evolutivo estaba casi exclusivamente segregado en dos capítulos, y no se presentaba como un tema unificador en todo el texto; de igual manera los estudios adelantados por Gándara et al., (2002) en los cuales evidenciaron dificultades en la transposición didáctica del concepto de adaptación biológica a los libros de secundaria obligatoria (ESO), a partir de la literatura especializada. Es este orden de ideas, diversos autores analizan y coinciden en cuales obstáculos o compromisos existen en el aprendizaje de la adaptación biológica, estableciendo obstáculos de tipo ontológicos, en adelante (CO) y epistemológicos, en adelante (CE); donde los CO son acuerdos de orden social para expresar la existencia de algo, en los que esa existencia es concebida en relación con la existencia de otro o de algo, es decir, el reconocer la existencia, concepciones y la forma como se expresa este concepto a través del lenguaje; en su tesis doctoral Chavés (2020) define estos obstáculos en la forma como comprende una persona, o un colectivo, cuestiones relativas a la adaptación biológica en adelante (AB); ¿Qué es la AB? ¿Es la AB un proceso o una característica? ¿Qué propiedades tiene la AB? ¿En dónde existe la AB? ¿Qué relaciones existen entre la AB y el fenómeno evolutivo?

Por su parte los CE son acuerdos de orden social para explicar la existencia de algo, que tienen como elementos base las preguntas fundamentales sobre el conocimiento; el qué es el conocimiento, cómo se llega a él, cómo se valida y como se diferencian los tipos de conocimiento desde el comportamiento y la previsibilidad de un fenómeno Chavés (2020), por tanto, son interpretaciones justificables desde contenidos específicos; comprensión de la influencia del ambiente, la dinámica ecológica, selección natural, los procesos reproductivos. De forma que los CE llevan al estudiante a formular interpretaciones finalistas, teológicas o encasillar la adaptación como una característica heredable o imprescindible para evolución o conquistar nuevos nichos. En la siguiente tabla Chavés (2020) presenta los CO y CE asociados al concepto de AB.

Tabla 11. *Compromisos ontológicos y epistemológicos asociados al concepto de AB.*

CO específicos para el concepto AB	CE específicos para el concepto AB
1. La AB como un estado de ser o una propiedad biológica de un organismo o población	1. La AB es un fenómeno autoevidente que no necesita explicación causal
2. La AB como un proceso (adaptarse a)	2. La AB se explica por el fin o meta (telos) que realiza
3. La AB como un rasgo distinguible en el fenotipo del organismo	3. La AB resulta de transformaciones en los individuos
4. La AB como una propensión de las estructuras orgánicas a ser preservadas por la selección natural	4. La AB resulta de cambios en las poblaciones
5. La AB como un resultado de la acción de la selección natural	5. La AB es un proceso controlado internamente (por el organismo)
6. La AB como un cambio ontogenético (a nivel del ciclo de vida del organismo)	6. La AB es un proceso controlado externamente (por el ambiente)
7. La AB como un cambio filogenético (a nivel de la historia evolutiva de la especie o población)	7. La AB es un proceso que resulta de la dinámica entre lo interno y externo
8. La AB es toda característica orgánica que aumenta la eficacia biológica (mayor posibilidad de sobrevivir y reproducirse)	8. La AB son posibilitadas por la selección natural a través de largos periodos de tiempo
9. No todas las características son AB	9. La AB se explican por el aumento de la eficacia biológica (mayor posibilidad de sobrevivir y reproducirse)
	10. La AB debió ser moldeada por la selección natural y además debe contribuir al aumento de la eficacia biológica

Fuente: Chavés (2020)

Otros autores cuyas investigaciones se realizaron a nivel universitario y básica secundaria, proponen y analizan obstáculos presentes y persistentes en el proceso de aprendizaje, como lo son la presencia de la teoría lamarckiana de la evolución, al considerar que la necesidad y el ambiente son fuerzas impulsoras para la adaptación y que quien no se adapte tiende a morir; segundo, suponer que cambio evolutivo es consecuencia del cambio individual, es decir, se concibe que solo un organismo es capaz de hacer cambiar una especie de forma espontánea, preposición analizada también por González Galli y Meinardi (2017) quienes lo denominan “razonamiento centrado en el individuo” (RCI); tercero, tener como mayor argumento la noción de “necesidad” como única fuerza y razón de adaptación así como la concepción de “uso y desuso” de estructuras orgánicas, dónde las de mayor uso o beneficio se fortalecen y son las que se heredan, caso contrario a aquellas poco o nada beneficiosa que por su desuso tienden a eliminarse o ser un carácter ni heredable; planteando así la suposición de heredabilidad de los caracteres adquiridos de un organismo durante su vida a toda su linaje al considerarse ventajosos.

4.6 REPRESENTACIONES

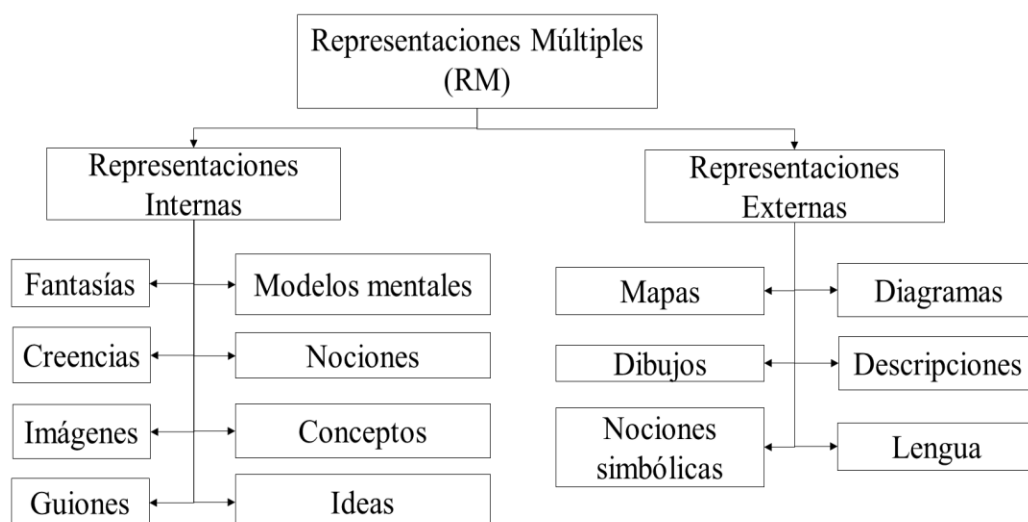
Los seres humanos construyen y organizan diversas formas de representar los fenómenos que ocurren a su alrededor, de forma que sea más fácil comprenderlos, explicarlos e interiorizarlos; dichas representaciones del mundo son objeto de estudio de las ciencias neurológicas, didácticas, semánticas y psicológicas pues influyen en el modo en como percibimos, aprendemos y construimos el conocimiento. Según Tamayo Alzate (2006) las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo en el mundo exterior o el mundo interior, pues se elaboran a partir de aquello que perciben los sentidos (olfato, gusto, tacto, audición y visión) y se representa en la mente.

Estas representaciones se van construyendo, modificando y/o complejizando durante el proceso de aprendizaje de la ciencia, pues a un mayor acercamiento al modelo científico se logra un aumento en el alcance explicativo; sin embargo, autores aclaran que los modelos no requieren ser en su totalidad correctos o certeros, pues estos, son supuestos que emplea el sujeto para sustentar y predecir lo que se experimenta en la realidad. Tamayo Alzate

(2006) y Álvarez Tamayo et al., (2017) proponen que las representaciones múltiples pueden ser internas o externas; las primeras se encuentran al interior de la mente del sujeto, es decir, aquellas que la mente hace de manera espontánea para interpretar el entorno; dentro del grupo de las representaciones internas se encuentran: creencias, nociones, fantasías, modelos mentales, conceptos, imágenes, entre otras.

Por su parte, las representaciones externas son las que producen las personas o un sistema, estas son producto de emplear sistemas semióticos, lo que quiere decir que “por naturaleza son representaciones semióticas” (Duval, 2004 citado por Álvarez Tamayo, 2013); por medio de estas se pueden desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje completos, la razón de esto es la variedad de las representaciones, pictóricas (dibujos, mapas, diagramas) y lingüísticas (notaciones simbólicas, empleo de palabras, descripciones). En la ilustración 4 se muestran la clasificación de las representaciones múltiples:

Ilustración 4. Clasificación de las representaciones múltiples



Fuente: Álvarez Tamayo et al., (2015)

4.6.1 Modelos explicativos

Los modelos explicativos son representaciones mentales de los estudiantes, los cuales han sido contruidos a lo largo de su vida tomando como resultado la experiencia y el mundo

sensorial con el objetivo de dar respuesta, comprender y asimilar los conceptos abstractos del entorno, García et al., (2017) plantean que son construcciones de los sujetos cuya intencionalidad es comunicar la comprensión, precisamente, de un tema, de un concepto o de un fenómeno; construcciones indispensables en el aula pues estos orientarán, de muchas maneras, las acciones pertinentes para su intervención.

En coherencia, Johnson-Laird (1983) citado por Otero y Banks–Leite (2006) establecen que los modelos son representaciones internas de carácter analógico construidas en la memoria de trabajo y juegan un papel decisivo en los procesos de comprensión, inferencia y predicción. Johnson-Laird afirma que el punto central de la comprensión es la existencia de un working model en la mente de quien comprende. En la tabla 12 se muestran las características comunes que aparecen en las descripciones del modelo mental que realizan Jhonson-Laird y Norman (1983):

Tabla 12. *comparación de los elementos comunes de las concepciones de Jonson-Laird y Norman acerca de los Modelos Mentales.*

Funciones	Elementos constitutivos
-Explicar el comportamiento del sistema físico modelizado -Predecir futuros comportamientos del sistema físico modelizado	1) Una representación del sistema físico o “estado del mundo” que se quiere modelizar 2) Una segunda representación, derivada de la primera, dotada de un sistema de inferencia que permite la predicción de futuros estados del sistema que se está modelizando. 3) La segunda representación se puede ejecutar mentalmente, de manera que se puede comparar esta ejecución mental con el comportamiento del sistema “real” modelizado si éste se pone en funcionamiento.
Otras características comunes	
Los modelos pertenecen al ámbito de los conocimientos implícitos (no están en el ámbito de la conciencia explícita del usuario) -Los modelos no son completos (no contienen todos los	

elementos del sistema que quieren representar, sino sólo los que son útiles para el propósito del usuario)

Fuente: Gutierrez (2005)

Los modelos explicativos de la comunidad científica en adelante (MECC) son conocidos como modelos conceptuales, los cuales presentan un lenguaje abstracto donde se relacionan los modelos teóricos y los dominios de fenómenos, caracterizándose por ser complejos, sistémicos, dinámicos y cambian a lo largo de la historia, puesto que son el producto de modificaciones de modelos aceptados anteriormente. Según Adúriz-Bravo e Izquierdo (2009) , estos modelos constituyen una guía extremadamente potente para la intervención sobre el mundo en el contexto de la actividad científica erudita y también en la enseñanza de las Ciencias Naturales dado que son el resultado de las representaciones que hacen las personas, dependiendo del contexto en el que se encuentren. Finalmente, Orrego et al., (2012) mencionan que estos modelos permiten comprender el significado que se da a los conceptos y como se han estructurado a lo largo de la historia, de allí su importancia en reconocer, modificar, complejizar y transitar hacia los MECC desde el aula.

Por su parte los modelos explicativos de los estudiantes en adelante (MEE) son las explicaciones del mundo natural, las cuales operan con ellos y son necesarias para aprender y desarrollar la capacidad de escoger, razonar y evaluar un concepto, de modo que se construyen en y durante la vida escolar teniendo un rol importante el maestro quien se convierte en el organizador y generador una serie de etapas que con el tiempo desarrollen en el estudiante aprendizajes significativo, en consecuencia, los MEE deben ir incorporando conceptos teóricos/científicos, imágenes, tratados y postulados que hagan parte de la visión científica del mundo y que al utilizar los modelos de la ciencia se tenga conciencia que se está trabajando con ellos otorgando significados científicamente aceptados y que se constituyen a su vez como herramientas intelectuales utilizadas en los procesos de aprendizaje.

Ahora bien, el identificar los modelos explicativos presentes en el aula, permite visualizar los posibles obstáculos, concepciones, apropiación del lenguaje científico y comprensión de un fenómeno en particular; en este sentido, López et al., (2017) proponen que estos modelos integran la dimensión epistemológica de los denominados modelos mentales y que identificarlos e intervenirlos facilita al estudiante un proceso gradual de aprehensión del concepto, es decir, lo orienta para que él mismo pueda ser el gestor de su propio aprendizaje, y lo hace consciente de las posibles dificultades que tiene ubicarse en uno u otro modelo explicativo.

4.6.2 Modelos explicativos del aprendizaje de la adaptación biológica de los seres vivos

La adaptación dentro del currículo escolar en la educación básica primaria se encuentra establecido dentro de los estándares básicos del área de ciencias naturales así como en los derechos básicos del área, no obstante en el currículo formal escasa vez se dispone dentro de los planes de estudio o su desarrollo en el aula de clases pasa a ser un término sin mayor contenido, es decir, que es visto como una característica, respuesta al medio o como capacidad de sobrevivir, dejando de lado las bases conceptuales que lo sustentan tales como viabilidad genética, selección natural, deriva genética, conquista de nuevos ambientes, sucesiones ecológicas entre otros; situación que se vivencia en diversos países a lo largos de los niveles educativos del sistema escolar, llevando a que estas falencias tengan eco en los informes oficiales de resultados de pruebas estandarizadas tales como PISA, SABER o EVALUAR PARA AVANZAR.

En relación con este panorama Gándara et al., (2002) han llevado a cabo un estudio para analizar un modelo de transposición didáctica que permita la transición armónica y epistémica del modelo científico de la adaptación biológica al modelo escolar de adaptación biológica; para ello definen como modelo de adaptación, una estructura conceptual caracterizada por un conjunto de conceptos que se relacionan de manera específica entre sí y con el término adaptación, y que se utiliza para hablar de ciertos fenómenos biológico. El cual una vez realizada la triangulación teórica con la literatura especializada establecen que

este modelo se encuentra conformado por dos submodelos uno fisiológico u ontogenético y otro evolutivo; cuyo análisis y diferencias se perciben en la profundidad del discurso y la forma en cómo se perciben los procesos biológicos propios de la adaptación.

En primer lugar, el submodelo fisiológico u ontogenético comprende los cambios individuales que pueden o no ocurrir en todos los organismos de la población, incluso pueden persistir en varias generaciones, sin embargo, se debe analizar su persistencia en la historia evolutiva de la especie, puesto que estos se llevan a cabo a nivel individual para su supervivencia inmediata o acomodación a cambios en el hábitat, que puede implicar modificaciones fenotípicas y/o comportamentales; para Caponi (2021) la adaptación fisiológica es un fenómeno que ocurre y se registra en el plano del viviente individual, donde un organismo se ajusta o se acomoda a una presión, o a un requerimiento del entorno; y ese proceso de ajuste o acomodamiento se producirá y se observará, en sus tejidos y funciones, a lo largo de su existencia individual; donde no es garantía de herencia específica del gen dominante o característica evolutiva puntual durante su historia filogenética.

Por su parte el submodelo evolutivo implica la comprensión desde la población y las causas evolutivas presentes en los linajes, donde se destaca que los cambios no responden inmediata y únicamente a la supervivencia o un cambio ambiental, donde cada individuo responde a estas situaciones; sino que se contemplan las modificaciones como grupo de organismos que viven iguales o parecidas condiciones, cuya herencia y continuidad está definida por fuerzas genéticas como la selección, deriva y variabilidad. Para Sterelny y Griffiths citados por Caponi (2021) el concepto de adaptación evolutiva no se refiere a la utilidad o conveniencia actual de un estado de carácter; sino que alude a su historia evolutiva; al hecho de haber sido seleccionado en virtud de esa utilidad o conveniencia, pautado por la selección natural y la adaptación evolutiva entendida como resultado de dicho proceso selectivo. En la misma línea Douglas J. Futuyma citado por Caponi (2021) plantea que la adaptación evolutiva es un cambio en el valor medio de un carácter, al interior de una población, que resulta de una presión selectiva actuante en dicha población.

Es así que estos submodelos difieren en la complejidad del discurso respecto a cómo se comprende los procesos adaptativos en las especie si desde el organismo o desde la población, donde lo fisiológico puede llegar a es un mecanismo instructivo y defensivo respecto al ambiente y sus posibles cambios naturales o antropogénicos, a los cuales él debe dar respuesta para no perecer; o si se analiza desde el grupo de organismos, es decir desde el nivel poblacional, que se modifican pero como respuesta al mejoramiento o especialización del linaje, donde la selección natural es una fuerza persiste en la continuidad de caracteres beneficiosos y persistentes en su historia. Desde un punto de vista preposicional Sober (1984) en su libro *The Nature Of Selection*, propone que, desde un punto de vista evolutivo, se puede decir que “A es una adaptación para una tarea T en la población P”, si y solo si, “A se volvió más frecuente en P porque hubo selección para A, donde la ventaja selectiva de A se debió al hecho de que A ayudó a realizar la tarea T” dejando claro que si se habla de adaptación evolutiva se pasa desde la concepción de la utilidad actual a la historia poblacional.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del aprendizaje basado en proyectos (ABP)

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los niveles iniciales de la competencia científica indagación y los modelos explicativos iniciales de adaptación biológica de los seres vivos que tienen los estudiantes.
- Evaluar los cambios en los niveles de la competencia científica indagación y los modelos explicativos de adaptación biológica de los seres vivos, alcanzados por los estudiantes una vez implementada la unidad didáctica mediada por el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

6 METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta los aspectos de naturaleza metodológica de la propuesta investigativa. Se exponen las razones por la cual el estudio es de naturaleza cualitativa con alcance descriptivo; la población objetivo de estudio, instrumento de recolección de información, categorías de análisis; así como aspectos de la unidad didáctica y la propuesta de análisis de datos.

6.1 ENFOQUE Y ALCANCE

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo dado que es un estudio enmarcado en la didáctica de las ciencias naturales, cuyo propósito es describir el fenómeno objeto de estudio, desde su estado inicial y sus posibles cambios una vez realizada la intervención didáctica; profundizando los niveles de desarrollo de la competencia indagación y el aprendizaje de los modelos explicativos de adaptación biológica de los seres vivos. De modo que no se pretende enfatizar en abordar datos estadísticos o estandarizados sino el análisis del contenido y redes sistémicas de la población participante desde su naturalidad.

El alcance del estudio es descriptivo, puesto que se buscó caracterizar el desarrollo de la competencia de indagación desde el modelo planteado por Eggen y Kauchak (2001), así como el diseñado por Ferrés Gurt et al., (2015), en paralelo al aprendizaje de los modelos explicativos de adaptación biológica de los seres vivos; partiendo de los estudios realizados por Gándara Gómez et al., (2002) y Caponi (2021).

6.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

El Instituto Técnico Superior Industrial es una institución de carácter oficial ubicada en el departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja región del Magdalena Medio; situada en el casco urbano en la Carrera 28 No. 53 - 08 creada bajo Ley 167 del 30 de Diciembre de 1959 e inicio sus labores académicas el 18 de Junio de 1962, ofertando siete especialidades técnicas y cuya misión es formar ciudadanos en permanente construcción para lograr la integralidad en las dimensiones del ser, capaces de reconocer, respetar y

aceptar el otro en su diferencia; en la actualidad cuenta con una población de cinco mil doscientos estudiantes distribuidos en la sede principal y siete sedes de los niveles de preescolar y básica primaria

La escuela SANTANA, sede B del Instituto Técnico Superior Industrial ofrece los niveles de preescolar y básica primaria; cuenta con una población de trescientos setenta y tres estudiantes distribuidos en dos jornadas. La sede atiende a niños provenientes de familias humildes de estratos socioeconómicos uno y dos, en su mayoría trabajadores informales y familias disfuncionales; que dado su ocupación cuentan con poco o nulo espacio para el acompañamiento de compromisos escolar de sus hijos y la creación de ambientes de aprendizaje articulados con la escuela; situación que se ha visto reflejada en los resultados de las pruebas externas e internas, así como la apropiación del vocabulario científico y concepciones de ciencia presentes en el aula.

6.3 UNIDAD DE TRABAJO

La presente investigación se desarrolló con el grado quinto uno, perteneciente a la jornada de la mañana, este se encuentra compuesto por 32 estudiantes distribuidos entre 12 mujeres y 20 hombres, cuyas edades oscilan entre los 9 y 11 años. De este grupo se seleccionaron 8 estudiantes como unidad de trabajo bajo los siguientes criterios:

- Estudiantes que participaron de todo el proceso de investigación y diligenciaron debidamente el consentimiento informado con sus padres de familia.
- Estudiantes con diferentes niveles de desempeño: básico, medio, alto y superior, para evitar sesgos en el trabajo
- Estudiantes que cumplieran con el diligenciamiento de su libreta de apuntes en cada una de las actividades planteadas en la unidad didáctica.
- Estudiantes que participaron libre y voluntariamente de la investigación.

6.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Considerando que la unidad de trabajo de la investigación son estudiantes menores de edad, se hace necesario la firma del consentimiento informado por parte de los padres y/o acudientes de los menores; tenido en cuenta que la participación es voluntaria, las respuestas se manejarán con confidencialidad y únicamente con fines investigativos. (Anexo 1)

6.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis estuvo enmarcada en el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje de los modelos explicativos de adaptación de los seres vivos. Para un análisis más específico se presenta las siguientes tablas de operacionalización de las categorías, subcategorías e indicadores de análisis, las cuales han sido diseñadas por el equipo investigador, puesto que los modelos mencionados anteriormente son estudios cuya población son estudiantes de la educación básica secundaria o educación obligatoria secundaria (ESO) en España y este estudio se realizará con estudiantes de la básica primaria.

Tabla 13. *Categorías, subcategorías e indicadores de la competencia científica de indagación*

Categoría	Subcategoría		Indicadores
	etapas de Competencia indagación	Niveles	
Competencia científica de indagación	Identificación de preguntas o problemas investigables	N1	El estudiante no identifica problemas o no plantea preguntas referentes a las adaptaciones de los seres vivos
		N2	El estudiante identifica problemas con formulación ambigua o mal formulados referentes a las adaptaciones de los seres vivos

Formulación de hipótesis	N3	El estudiante identifica problemas de investigación adecuados y concretas, planteando interrogantes respecto a las adaptaciones de los seres vivos
	N1	El estudiante no plantea hipótesis o no identifica hipótesis respecto a las adaptaciones de los seres vivos
	N2	El estudiante plantea hipótesis ambiguas o sin relación con el problema, respecto a las adaptaciones de los seres vivos
	N3	El estudiante plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación respecto a las adaptaciones de los seres vivos
Identificación de variables	N1	El estudiante no reconoce los factores o variables que intervienen en las adaptaciones de los seres vivos
	N2	El estudiante identifica los factores o variables que intervienen en las adaptaciones de los seres vivos, pero de manera inconcreta o imprecisa
	N3	El estudiante identifica los factores o variables que intervienen en las adaptaciones de los seres vivos
Recolección y procesamiento de datos	N1	El estudiante no recoge datos de investigación mediante observaciones ni ha seleccionado una fuente de datos
	N2	El estudiante recoge datos con errores o imprecisiones conceptuales, pero con

Análisis de datos y obtención de conclusiones			tratamiento adecuado de los datos y/o representación gráfica
		N3	El estudiante recoge datos metódica, con buena comprensión y con tratamiento adecuado de los datos y/o representación gráfica
		N1	El estudiante no presenta conclusiones y análisis de datos
		N2	El estudiante presenta conclusiones y análisis de datos incompleto o poco fundamentado en los datos “simplista”
		N3	El estudiante presenta un análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor con base al modelo de indagación planteado por Ferrés Gurt et al., (2015)

Tabla 14. *Categorías, subcategorías, Sub-subcategoría e indicadores para el modelo de adaptación biológica.*

Categoría	Subcategoría	Sub-subcategoría	Indicadores
Aprendizaje de la adaptación biológica de los seres vivos	Modelos explicativos en adaptación biológica (AB)	Modelo de adaptación ontogenética o fisiológicas	El estudiante describe la AB como el conjunto de modificaciones somáticas que permiten la aclimatación de un organismo individual a un nuevo hábitat a un cambio climático ocurrido en su hábitat original, que constituye una respuesta, una acomodación o un ajuste, a una contingencia del entorno.

	• El estudiante plantea la AB como un fenómeno que ocurre y se registra en el plano del viviente individual, relacionado con la supervivencia y reproducción. • El estudiante describe que un ser vivo individual sólo puede responder a las exigencias de su entorno con reacciones fisiológicas, cambios morfológicos y comportamentales • El estudiante establece que toda característica o rasgo de los organismos es una AB la cual es ventajosa para el organismo y es siempre heredable
Modelo de adaptación evolutiva	• El estudiante comprende que los cambios adaptativos en diferentes organismos se explican como respuestas al medio ambiente. • El estudiante describe la AB como un fenómeno explicable por causas evolutivas que actúan a nivel de las poblaciones entendidas como demes (linajes) • el estudiante refiere que la AB es un cambio que sólo puede registrarse en el plano poblacional, como una disposición favorecida por selección natural y no por causas próximas que actúan sobre vivientes individuales

-
- el estudiante plantea que la AB alude no a “su utilidad actual”, sino “a su historia” evolutiva
 - el estudiante comprende que la herencia vertical como ventajas selectivas, beneficia la especificidad de los procesos selectivos responsables (no todos los rasgos son heredables)
-

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor con base a los modelos de adaptación planteado por Caponi (2021)

6.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de los datos respecto a los niveles de la competencia indagación y los modelos de adaptación biológica, se empleó la técnica de lápiz y papel mediante el instrumento de cuestionario; dar respuesta a los objetivos específicos de identificar los niveles iniciales de la competencia y el modelo de adaptación predominante, así como evaluar los posibles cambios una vez aplicada la unidad didáctica.

6.6.1 Cuestionario

Se empleó un instrumento de lápiz y papel, el cual fue validado por juicio de expertos, con el objetivo de identificar los niveles de la competencia científica indagación y los modelos explicativos de adaptación de los seres vivos; para ello se aplicó tanto al inicio como al finalizar la intervención didáctica, con el propósito de comparar estos dos momentos. En este instrumento los estudiantes respondieron cuestionamientos a partir de una situación de adaptación biológica puntualmente la familia *Iguanidae* especies *I. iguana* o iguana terrestre con la especie *A. cristatus* o iguana marina; estos planteamientos se enmarcan las dos categorías de análisis con sus respectivas subcategorías.

6.7 UNIDAD DIDÁCTICA

Una vez aplicado el instrumento inicial se realizó un acercamiento teórico y práctico de los conceptos asociados a las adaptaciones de los seres vivos tales como concepto de adaptación, modelos adaptativos y tipos de adaptación, así como las subcategorías de la competencia de indagación. En consecuencia, se diseñó la unidad didáctica estructurada en tres momentos ubicación, desubicación y reenfoque; en la primera se abordó el cuestionario detectando los niveles iniciales y modelos explicativos iniciales sobre la adaptación biológica; la segunda fase involucro el desarrollo conceptual y epistémico del tema que permitirá vivenciar las subcategorías de análisis mediante el planteamiento de proyectos de aula; la última fase involucro la aplicación del instrumento inicial con el objetivo de identificar y comparar los posibles cambios una vez ejecutadas las secciones didácticas.

Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Uno de los objetivos de la educación es formar ciudadanos capaces, autónomos, críticos y propositivos ante los problemas y fenómenos presentes en su realidad; en coherencia con esta premisa surge el Aprendizaje basado en proyectos (ABP) como una metodología cuyo eje central es el educando; quien forma parte de su proceso de aprendizaje, apropiándose de una idea o tema para desarrollar un proyecto o una secuencia didáctica que le permita la comprensión de la temática de interés. Esta caracterizada por su transversalidad, en la cual el proceso de enseñanza y aprendizaje involucra a todas las áreas de formación del sujeto desarrollando competencias de forma gradual, pues se parte de la premisa que estas no son espontaneas ni acabadas; sino que es durante el proceso e interacción que estas se van fortaleciendo y desarrollando. Para Maldonado (2008) el ABP es una estrategia integral que parte de una idea central o tema a modo de pregunta motivadora, que enlaza una secuencia de trabajo y completa el desarrollo de competencias básicas y estrategias de pensamiento superiores de la Taxonomía de Bloom (analizar, evaluar, crear), en esta misma línea Culclasure et al., (2019) propone que El ABP promueve habilidades no solo ejecutivas, sino también afectivas, puesto que para desarrollar el producto el sujeto debe estar en contacto, andamiaje y aprendiendo con y del otro.

Por tanto en esta metodología el aprendizaje se torna activo y potenciado por la participación del estudiante dentro de un equipo, de forma que el trabajo colaborativo le permita el desarrollo de competencias, habilidades y aprender desde lo curricular y lo real, al enfrentarse a situaciones de su contexto próximo; dado que el estudiante interactúa con sus homólogos, marcos de referencia y el docente; es así que el ABP se caracteriza por entrelazar el saber con el saber hacer, pues se busca el análisis y el planteamiento a una situación problema de interés; fomentando la creatividad, autonomía, toma de posturas, metacognición y la investigación escolar. En palabras de Maldonado (2008) el ABP estimula en los estudiantes el desarrollo de habilidades para resolver situaciones reales, con lo cual se motivan a aprender; los estudiantes se entusiasman con la investigación, la discusión y proponen y comprueban sus hipótesis, poniendo en práctica sus habilidades en una situación real. Por su parte el docente el rol del docente es ser una guía, motivador y mediador ante las dudas que surjan en las etapas y en el desarrollo investigativo; de manera que estimule al estudiante a continuar aprendiendo, a descubrir sus errores y ver en ellos una fuente de mejora.

Jalinus et al., (2017) proponen una serie de etapas para la puesta en marcha de esta metodología dentro del aula de clases, las cuales abarcan el cuerpo de desarrollo del proyecto tales como identificación de aprendizajes esperados donde toma la relación entre el contenido y la situación problema en la vida real; así como la comprensión del material didáctico, es decir, el abordaje conceptual y bibliográfico que potencie la discusión entre los grupos de trabajo, el entrenamiento de habilidades que serán vitales para la construcción y ejecución del proyecto.

Posteriormente el diseño del proyecto que involucra la identificación de la situación problema, planteamiento de preguntas y desafíos, seguido de la formulación de la propuesta del proyecto y la ejecución de las tareas implícitas en el mismo, para finalizar con la presentación del producto final generando espacios de auto, hetero y coevaluación.

Para la investigación y el desarrollo de la unidad didáctica se adaptó estas etapas planteadas por Jalinus et al., (2017) de la siguiente manera:

Ilustración 5. Etapas del ABP en el desarrollo de la unidad didáctica



Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor con base a las etapas del ABP planteado por Jalinus et al., (2017)

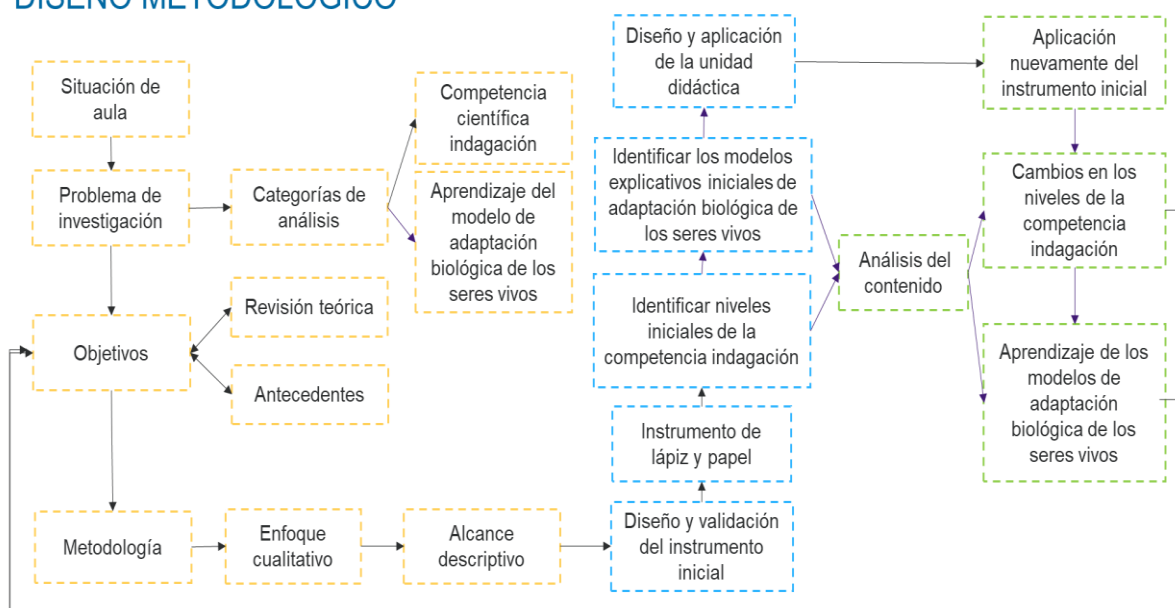
6.8 DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se presenta el plan de desarrollo de la investigación estructurada en tres fases como se muestra en la siguiente ilustración; con su ejecución se pretendió caracterizar el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de

adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del aprendizaje basado en proyectos (ABP).

Ilustración 6.Diseño metodológico

DISEÑO METODOLÓGICO



Fase 1. Construcción de la investigación

Fase 2. Aplicación de la investigación

Fase 3. Análisis e interpretación de los datos de investigación

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

6.9 PLAN DE ANÁLISIS

Una vez aplicado el instrumento de lápiz y papel, se codificó la información extrayendo los marcadores discursivos de cada una de las respuestas dadas por los participantes, para llevar a cabo un análisis del contenido de estas declaraciones; puesto que este permite introducir clasificaciones y efectuar comparaciones, así como formular inferencias acerca de los receptores y del contenido o significado latente del mensaje, en coherencia Tinto (2013) expone que el análisis de contenido propende la generación de categorías de contenido y unidades de análisis, que luego de ser clasificadas e interpretadas, sus

resultados, están sujetos a ser reproducidos, validados o refutados bajo condiciones similares por otros investigadores.

Posteriormente a través de redes sistémicas se analizó el uso del lenguaje científico y las concepciones de los participantes, asimismo, los posibles cambios que se experimentaron antes y después de la unidad didáctica, dado que estas redes son una manera de agrupar y categorizar las palabras de manera detallada, a la vez que preserva las relaciones entre las diferentes categorías de manera tal que los datos pueden ser analizados entre grupos. Para dar rigurosidad al proceso de análisis se llevó a cabo la triangulación entre los datos obtenidos del análisis del contenido del insumo, es decir, los cuestionamientos (inicial y final), con los autores abordados en el marco de referencia y antecedentes investigativos.

7 RESULTADOS

7.1 INTRODUCCIÓN

Una vez aplicados los instrumentos de recolección de la información (inicial y final), así como la unidad didáctica, se realizó el análisis bajo el plan propuesto en el apartado anterior. A continuación, se presente los resultados de la investigación y su respectivo análisis cualitativo.

Para llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos por medio de la aplicación del instrumento inicial y final, se codificó la información y las categorías de investigación de la siguiente manera:

- Se menciona a cada estudiante participante con la letra **E** empezando con el estudiante 1: **E1**, estudiante 2: **E2**... hasta **E8**
- Los instrumentos del cuestionario inicial y final se asignaron como **Inst#1**-pretest e **Inst#2**-posttest
- Las preguntas planteadas en el cuestionario se estipularon con la letra **P** seguidas con el número de esta, iniciando con la pregunta 1: **P1** hasta llegar a la pregunta **P10**
- Para el análisis de las subcategorías en la competencia científica indagación se empleó la técnica de colorimetría en cada uno de los tres niveles respectivamente (rojo, azul y verde) y cuyas denominaciones fueron **N1**, **N2** y **N3**. Estableciendo como **Nii** el nivel inicial de la competencia y **Nif** como nivel final
- En cada subcategoría de la competencia de indagación se establece como **Sub** comenzado con la primera que es identificación de preguntas o problemas investigables: **Sub1**

Codificándose como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 15. Codificación de las subcategorías de la competencia de indagación

Subcategoría	Codificación
Subcategoría 1: Identificación de preguntas o problemas investigables	Sub1
Subcategoría 2: Formulación de hipótesis	Sub2
Subcategoría 3: Identificación de variables	Sub3
Subcategoría 4: Recolección y procesamiento de datos	Sub4
Subcategoría 5: Análisis de datos y obtención de conclusiones	Sub5

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

- Para los modelos explicativos del aprendizaje de las adaptaciones biológicas se utilizó la técnica de colorimetría (azul y verde) para señalar los marcadores discursivos de acuerdo con el modelo presente en las declaraciones de los participantes, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 16. indicadores discursivos del modelo de adaptación ontológico y evolutivo

Modelo	Indicador discursivos
Modelo de adaptación ontogenética o fisiológicas	• AB constituye una respuesta, una acomodación o un ajuste inmediato a una contingencia del entorno. • AB como un fenómeno que ocurre en el plano del viviente individual • AB se relaciona con la supervivencia y reproducción. • AB la cual es ventajosa para el organismo y es siempre heredable

**Modelo de
adaptación
evolutiva**

- AB se explica como respuesta paulatina al medio ambiente.
 - AB como un fenómeno explicable a nivel de las poblaciones entendidas como demes (linajes)
 - AB alude no a “su utilidad actual”, sino “a su historia” evolutiva
 - AB beneficia la especificidad de los procesos selectivos responsables (no todos los rasgos son heredables)
-

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

- Se empleó la técnica de colorimetría resaltando de **color amarillo** la terminología científica que se observó en el instrumento final, con el objetivo de comparar los posibles cambios en cuanto al uso del lenguaje científico en las explicaciones.

Seguidamente, se presenta el análisis y discusión de los resultados, el cual se estructura en 4 apartados: 1) el análisis del momento inicial; 2) el análisis del momento final, posterior a la intervención; 3) el análisis del uso de términos a través de la red sistémica y 4) la respuesta a la pregunta de investigación a partir de los análisis de los 3 apartados previos.

7.2 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO INICIAL (EN ADELANTE INST#1)

A continuación, se presenta el análisis del **Inst#1** aplicado a 8 estudiantes de acuerdo con cada una de las subcategorías propuestas en la investigación.

7.2.1 Niveles de indagación iniciales (en adelante Nii)

Las siguientes tablas se construyeron a partir de las respuestas de los estudiantes para cada pregunta del cuestionario, de acuerdo con los marcadores discursivos y los niveles de indagación presentados en la tabla 15, realizando la clasificación por niveles, así como la tendencia que se encontró en cada grupo de preguntas, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 17. Niveles de identificación de preguntas o problemas investigables por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nii
Sub1	E1	P1	N1
		P2	N2
	E2	P1	N2
		P2	N1
	E3	P1	N1
		P2	N1
	E4	P1	N1
		P2	N1
	E5	P1	N1
		P2	N1
	E6	P1	N1
		P2	N1-N2
	E7	P1	N1
		P2	N2
	E8	P1	N2
		P2	N1

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

En la primera subcategoría los estudiantes participantes dieron respuestas a las dos interrogantes planteados respecto a la formulación de preguntas, hallando que 4 de los 8 estudiantes se encuentran en N1 y la otra mitad se halla fluctuante entre los niveles N1 y N2; evidenciando obstáculos para la identificación o el planteamiento de preguntas sobre las adaptaciones de los seres vivos; donde se observa que solo E2 emplea partículas lingüísticas interrogativas *¿por qué?* sin embargo, hubo una comprensión parcial de la demanda realizada en la pregunta puesto que solo aborda por qué dejando de lado el para qué y el cómo; resaltando que una buena pregunta investigable no se reduce al campo semántico, sino que es una pauta para el diseño y ejecución de un proyecto. En este sentido

Cummings et al., (citados por Trillos Peña, 2017) plantean criterios para la construcción de preguntas investigables (FINER) es decir, que una buena pregunta debe cumplir las características de ser factible, interesante, novedosa, ética y relevante para los estudiantes su contexto y la formación como futuros investigadores

E1P1: *“Las iguanas no son iguales por la raza”*

E2P1: *“¿por qué decidieron evolucionar? O ¿porque se separaron de su antepasado?”*

E4P1: *“las iguanas marinas sí exponen al sol y reciben 36° de luz solar para expulsar salen de sus alimentos”*

Respecto a esta dificultad, los autores referencian que los estudiantes están acostumbrados a responder preguntas planteadas por los maestros, las cuales generalmente están encaminadas al contenido y en escasas ocasiones se propone al estudiante plantear o identificar un problema o un fenómeno natural; en esta línea de ideas Domènech (2014) expone que los estudiantes tienden a repetir los procesos de transmisión de conocimiento característico de los modelos de enseñanza tradicionales, en los que el docente plantea preguntas no investigables a las que se responden basándose en información textual como una fecha o un nombre.

Por otra parte, en la identificación de un problema investigable se logró observar una dificultad en 4 de los 8 estudiantes participantes, puesto que para la pregunta ¿por qué crees que a pesar de que estos dos organismos tienen un ancestro en común, son tan diferentes? E2, E3, E4, E5 respondieron de forma literal a lo expuesto en la situación planteada al inicio del cuestionario sin tener en cuenta la presencia de un ancestro en común o la situación problema que es la adaptación de las especies frente a variables externas.

E3P2: *“son diferentes porque ahy unas iguanas por las escamas más brillantes que las otras iguanas marinas otras no”*

E4P2: *“porque la iguana marina permanece en el agua y la otra iguana permanece en los árboles de día y de noche”*

E1, E6 y E7 proponen en sus respuestas algunas variables como el *ecosistema y la especie*, **E1P2:** *“por el ecosistema donde viven y la raza”*, **E7P2:** *“son diferentes porque cada una vive en un lugar diferente y vive en el agua y otra vive en los árboles”*; no obstante, quedan sin relacionarse con el problema investigativo mencionado anteriormente. En este sentido Ferrés Gurt et al., (2015) proponen que hace falta el dominio de conceptos procedimentales, como la comprensión de que una pregunta investigable es aquella que puede responderse analizando datos, y la capacidad de diferenciar las preguntas investigables de las preguntas de información.

En la segunda subcategoría se abordó el planteamiento de hipótesis donde 4/8 estudiantes se ubicaron en el N2, 2/8 en transición entre N1 y N2 con tendencia N2 y 2/8 alumnos en N1 como se presenta en la tabla 16. En esta subcategoría se evidencia una mayor predisposición hacia N2 puesto que se brindan respuestas tentativas respecto a las situaciones propuestas en **P3** y **P4** manteniendo relación con los procesos adaptativos; por su parte los estudiantes ubicados en N1 dieron respuesta desde el modelo explicativo cotidiano.

E1P3: *“evolucionar o extinguirse”*

E3P3: *“nada serían y igual que hoy”*

E5P3: *“pueden extinguirse porque unas van a tener escamas brillantes y otras no eso provocaría que se extinguieran por no tener todas las iguanas escamas brillantes”*

E2P4: *“se adaptaría y comería lo que había ahí”*

E3P4: *“lo que haría ella hacer su hogar hacer sus hijos y sus hijas y buscar su comida”*

E7P4: *“le pegarían a las personas porque porque ellas tienen la cola muy larga y ellas no les gustan qué se les aserquen”*

Este panorama que se refuerza con lo descrito por Puche(2003) quien cataloga al niño como un pequeño teórico, que analiza y propone sus puntos de vista desde su saber previo, que se ha constituido espontáneamente al interactuar con su contexto; es así que al ser niños de quinto grado tienen una formación académica y social anterior, dando elementos para la formulación de conjeturas iniciales; no obstante estas presentan ambigüedad lo que refiere un obstáculo al considerar la conciencia de causa y efecto, comprensión de las variables y el fenómeno al investigar.

Tabla 18. Niveles de formulación de hipótesis por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nii
Sub2	E1	P3	N2
		P4	N2
	E2	P3	N2
		P4	N1-N2
	E3	P3	N2
		P4	N1-N2
	E4	P3	N1
		P4	N1-N2
	E5	P3	N2
		P4	N1
	E6	P3	N1
		P4	N1
	E7	P3	N1
		P4	N1
	E8	P3	N2
		P4	N1

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Según lo presentado en la tabla, Cacciamani citado por Andrade et al., (2020) propone que generar hipótesis en la escuela implica desarrollar otros procesos de pensamiento científico, como son: la identificación y planteamiento de problemas, la construcción de la hipótesis y la invención de procedimientos de análisis crítico; este aporte, permite sustentar por qué en la investigación adelantada, se necesitó incluir otras habilidades de pensamiento, como son: la observación y el planteamiento de preguntas, indispensables para articular de manera significativa la hipótesis; premisa que en el ámbito educativo colombiano se presenta en escasas ocasiones, dada la predominancia de la didáctica tradicional.

Para la subcategoría 3 referente a la identificación de variables la moda en las respuestas fue homogénea, puesto que 8/8 estudiantes se ubicación en N1 al presentar dificultad en identificar la relación que guardan los factores bióticos y abióticos en la historia evolutiva de una especie; como se presenta a continuación:

Tabla 19. Niveles de identificación de variables por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nii
Sub3	E1	P6	N1
		P7	N1
	E2	P6	N1
		P7	N2
	E3	P6	N1
		P7	N1
	E4	P6	N1
		P7	N1
	E5	P6	N1
		P7	N1
	E6	P6	N1
		P6	N1

E7	P7	N1
	P6	N1
	P7	N1
E8	P6	N1
	P7	N1

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Los participantes se ubicaron en N1 teniendo dificultades para comprender que los factores bióticos y abióticos como variables que tienen incidencia en las adaptaciones los seres vivos; asimismo, es visible el arraigo conceptual tradicional al responder al concepto de manera mecánica y literal sin llegar a contextualizar la pregunta puesto que los estudiantes entendieron que era mencionar factores bióticos y abióticos al azar o definir los términos; esta situación se debe posiblemente a modelos de enseñanza tradicionalistas, que son empleados en el aula para abordar temáticas de factores en el aula donde regularmente consiste en enunciar, pegar y colorear según sean bióticos o abióticos ; adicionando lo expuesto en el área del problema donde la adaptación biológica como eje temático se ausenta del plan de área impidiendo de esta manera llegar a establecer una relación entre estas dos categorías; en el cuestionario se obtuvieron declaraciones como las siguientes que demuestran lo anteriormente mencionado:

E1P6: *“que la iguana marina vive en el agua y la terrestre en la tierra”*

E2P6: *“los bióticos: iguanas y los abióticos: la roca”*

E3P6: *“cien pies, gusanos, peces”*

E4P6: *“por qué los bióticos tienen vida y los abióticos no”*

En P7 los dibujos propuestos por los estudiantes, solo E4 expuso la relación entre el dibujo y la explicación, manteniendo la incidencia de las variables con el proceso adaptativo; por su parte los E1, E3, E5, E6, E7 y E8 dibujaron algunos animales más conocidos para ellos

como el camello, cactus y aves, pero en la explicación no hubo mayor profundidad en cuanto a las necesidades básicas que debía suplir dicho animal como se establecieron en la pregunta, adicionando que E3 y E6 solo realizaron el dibujo sin escribir la explicación del mismo y E8 describió los animales que encuentra en este tipo de ecosistema. Estas explicaciones demuestran que los participantes respondieron desde sus conocimientos previos y cotidianos, pues los seres vivos dibujados corresponden a los ejemplos típicos empleados en el aula cuando se abordan los tipos de ecosistemas, demostrando dificultad al momento de relacionar dibujo con las condiciones que se le solicitaban en el enunciado; también se puede analizar desde la perspectiva de la demanda puesto que en escasas ocasiones se le requiere al estudiante que sea él quien dibuje y explique el porqué de sus elecciones, pues normalmente en las evaluaciones o talleres de clases ya el docente ha elegido la ilustración a analizar.

E2P7: *“pueden camuflarse en tre la tierra se adactan a cualquier clima se alimentan de insectos y plantas ect y pueden tomar agua de captus inyectando sus dientes”*

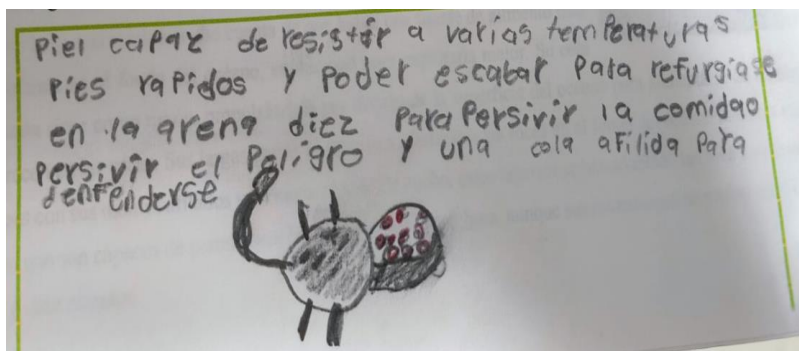
E6P7: *“es caluroso, seco, tierro roso con color amarillo con camellos”*

E3P7: *“soleado con tierra”*

E4P7: *“piel capaz de resistir a varias temperaturas pies rápidos y poder escabar para refugiarse en la arena diez para persivir la comida o persivir el peligro y una cola afilada para defenderse”*

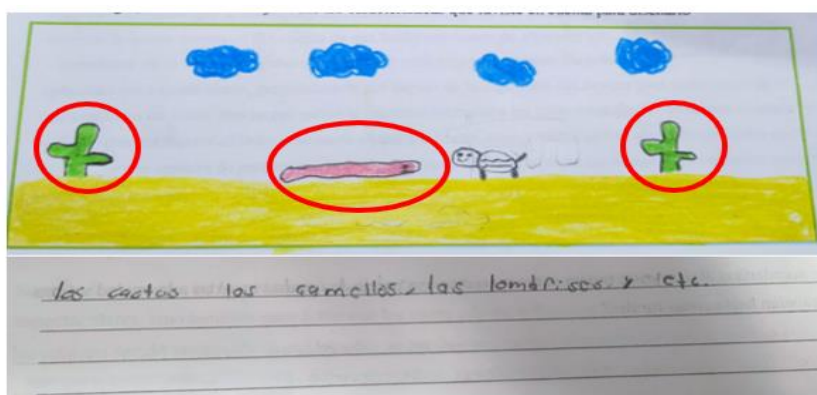
E8P7: *“los cactus, los camellos, las lombrises y etc”*

Ilustración 7. Dibujo realizado por E4 en P7 en Inst#1



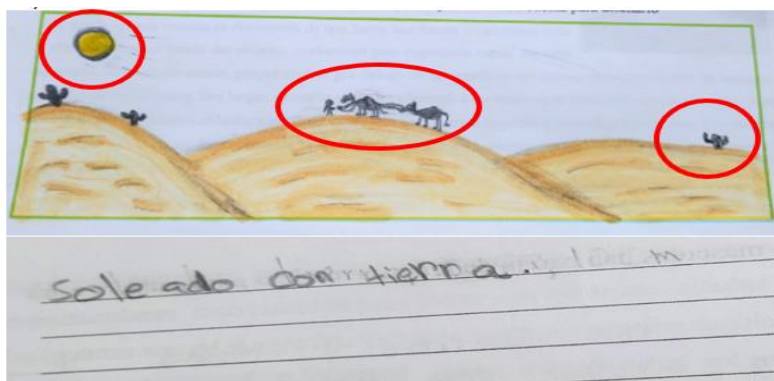
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8. Dibujo realizado por E8 en P7 en Inst#1



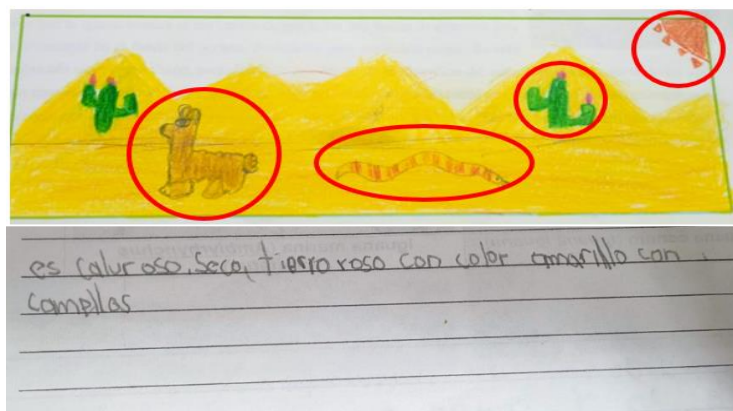
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9. Dibujo realizado por E3 en P7 en Inst#1



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10. Dibujo realizado por E6 en P7 en Inst#1



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la subcategoría 4 recolección de datos, se halla que 4 de los 8 estudiantes se ubican en N1 y 4 transitron entre N1 y N2 con tendencia hacia N1 como se presenta en la tabla 19 puesto que los participantes consideran solo una fuente de datos al buscador de Google, dada la cotidianidad del uso de esta plataforma para los niños; sin embargo, las respuestas se tornan ambiguas al establecer solo este buscador y no la especificación de buscadores académicos, revistas científicas, bibliotecas o investigaciones de expertos; dejando entre ver el hecho de que en el aula normalmente se tiende a asignar tareas de consulta que se resuelven con consignar en el cuaderno lo que aparece en la primera página del buscador.

En coherencia, Larsson et al., (2018) proponen que los niños pueden recopilar información sobre el terreno de muchas formas, por ejemplo, realizando entrevistas y cuestionarios, dibujando, pintando, escribiendo, actuando, fotografiando, filmando, haciendo talleres, contando historias mediante software y herramientas digitales, y desarrollando mapas; solo que es vital poner en el aula estas fuentes y la forma en como analizar la información, puesto que si el sujeto no conoce o es ocasional su uso no se tendrá conciencia de su implementación, pertinencia y coherencia.

Tabla 20. Niveles de recolección y procesamiento de datos por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nii
Sub4	E1	P8	N1-N2
		P9	N1-N2
	E2	P8	N1-N2
		P9	N1-N2
	E3	P8	N1-N2
		P9	N1-N2
	E4	P8	N1
		P9	N1-N2
	E5	P8	N1
		P9	N1
	E6	P8	N1
		P9	N1
	E7	P8	N1-N2
		P9	N1-N2
	E8	P8	N1
		P9	N1-N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

En lo referente a la subcategoría 5 planteamiento de conclusiones los estudiantes se sitúan en N1 mayoritariamente, donde E2 y E7 no responden la pregunta; E4 y E5 plantean conjeturas sin sustento o relación al proceso de adaptación de la especie, tal como se aprecia en la tabla 20 y declaraciones como:

E4P10: *“de investigar sobre las iguanas”*

E5P10: *“que las iguanas son muy pocas las especies que existen”*

Esto posiblemente sucede porque en el aula de clases no es común demandar al estudiante a formular conclusiones de sus aprendizajes o alguna información, asimismo el generar conclusiones implica habilidades de pensamiento como la inferencia y análisis crítico. Ahora bien; E1, E3, E6 y E8 transitan entre N1 y N2 es más inclinado hacia N1, puesto que estas conclusiones carecen de fundamentos teóricos, datos y las expresiones biológicas tienden hacia una explicación cotidiana.

E1P10: “*que todas las iguanas son diferentes*”

E8P10: “*que las iguanas no son iguales y hay diferentes*”

Comprendiendo que las habilidades investigativas abordadas en las subcategorías anteriores han mantenido la tendencia hacia N1 y el planteamiento de las conclusiones es producto elaborado con base a los pasos anteriores se puede observar la relación vertical de los obstáculos presentes en la unidad de análisis.

Tabla 21. Niveles de análisis de datos y obtención de conclusiones por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nii
Sub5	E1	P10	N1-N2
	E2	P10	N1
	E3	P10	N1-N2
	E4	P10	N1
	E5	P10	N1
	E6	P10	N1-N2
	E7	P10	N1
	E8	P10	N1-N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

En conclusión, una vez analizadas las subcategorías de la competencia de indagación en los participantes se observa la tendencia hacia el N1 como se muestra en la tabla 21; situación

que mantienen relación con lo expuesto en el problema investigativo, los datos estadísticos de las pruebas internas y externas, así como los resultados de las investigaciones descritas en los antecedentes; convalidando así la necesidad de establecer en el aula la indagación como medio para la comprensión del ambiente y los fenómenos físicos, químicos y biológicos presentes en él.

Tabla 22. Niveles iniciales de las subcategorías en la competencia de indagación

#E	Nii Sub1	Nii Sub2	Nii Sub3	Nii Sub4	Nii Sub5	Nii por Tendencia
E1	N1-N2	N2	N1	N1-N2	N1	N1-N2
E2	N1-N2	N2	N1	N1-N2	N1	N1-N2
E3	N1	N2	N1	N1-N2	N1	N1-N2
E4	N1	N2	N2	N1	N1	N1
E5	N1	N1-N2	N1	N1	N1	N1
E6	N1	N1	N1	N1	N1	N1
E7	N1-N2	N1	N1	N1-N2	N1	N1-N2
E8	N1-N2	N1-N2	N1	N1	N1	N1-N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

7.2.2 Modelos explicativos iniciales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos (en adelante Mei)

Para la elaboración de la tabla 22 se agruparon las respuestas de los 8 estudiantes según el modelo explicativo inicial evidenciado en P3, P4, P5, P6 y P7 del cuestionario; luego se clasificaron de acuerdo con su tendencia, como se presenta en la tabla 22. Ahora bien, una vez analizadas las respuestas de los participantes se establece el modelo cotidiano **MC** para englobar aquellas respuestas que no se encuentran en los indicadores de los modelos explicativos referenciados por los autores.

Tabla 23. Modelos explicativos iniciales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos

Estudiante	N° de Preguntas	Mei	Mei Por tendencia
E1	P3	ME	MC-ME
	P4	ME	
	P5	MC	
	P6	MC-MO	
	P7	MC	
E2	P3	MO	MC- MO
	P4	MO	
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MC	
E3	P3	MO	MO
	P4	MO	
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MO	
E4	P3	MC	MC-MO
	P4	MO	
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MO	
E5	P3	ME	MC-MO
	P4	MC-MO	
	P5	MC	
	P6	MC-MO	

E6	P7	MO	MC-MO
	P3	MC	
	P4	MC-MO	
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MO	
	P3	MO	
E7	P4	MC	MC-MO
	P5	MC	
	P6	MC	
	P7	MO	
	P3	MO	
E8	P4	MC	MC-MO
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MO	
	P3	MO	

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Para las preguntas enfocadas al modelo explicativo que manejan los estudiantes para analizar los procesos adaptativos de una especie en este caso la iguana marina, se observa inclinación hacia el modelo ontogénico (MO) pues se concibe que cada adaptación se dio de forma individual, espontánea e inmediata como respuesta a un cambio ambiental de forma que se considera que el organismo que no se adapte o “mute“ tiende a morir o extinguirse; reduciendo así los procesos adaptativos a una respuesta de climatización, supervivencia e individual demostrando un obstáculo epistemológico en sus respuestas; a continuación se presentan algunas respuestas que fuerzan lo mencionado:

E2P3: “Que se **instinguran**” (MO)

E4P3: “nada serían **ygal que hoy**” (MO)

E4P4: “se pueden **morir** porque las iguanas marinas son de mar y no de bosque y de árboles” (MO)

E5P4: “podrían **morir** por estar tanto tiempo sin agua y sin alimentos y se estresarían por estar solas sin su dueño” (MO)

E6P5: “hoy por los **cambios fuertes de sequía y lluvia**” (MO)

E7P5: “**sobrevivir**” (MO)

E8P5: “para estar con **vida sanas y salvas** y no **morirse** tan rápido y tener una vida sana” (MO)

Autores como Adúriz-Bravo et al., (2009) analizaron los obstáculos epistemológicos desde tres componentes, la teleología donde se considera que todos los organismos responden a un plan previo que los impulsa a la perfección y con una causa establecida (finalismo); desde la necesidad como fuerza impulsora de cambios en los cuales el organismo debe de adaptarse o perecer en el intento, generando o reafirmando supuestos utilitaristas, y desde la causación espontánea como producto de un agente externo que genera dicha adaptación como un depredador, mutación, causas ambientales o comportamentales, en las declaraciones anteriores es posible ubicar a los participantes en los componentes de necesidad al expresar la posibilidad de morir sino se adapta o estar vivas y sanas si se adaptan asimismo utilitaristas al considerar los cambios ambientales como agente decisivo por tanto la adaptación es útil para responder a dichos cambios.

Siguiendo con este razonamiento y analizando las respuestas, emerge un modelo cotidiano en el cual los estudiantes no explican las adaptaciones biológicas como causa de la especiación de las iguanas, sino que sus respuestas están basadas desde su experiencia o creencias que llegan a transitar a un modelo ontológico donde prima la utilidad y el finalismo, conjetura que se apoya por Mengascini y Menegaz (2005) quienes proponen que las concepciones alternativas en los estudiantes generalmente evidencian posturas

Lamarckianas y finalistas, con dificultades para comprender la idea de tiempo en escala evolutiva. El cambio sucede en una sola generación; se explica casi exclusivamente a través de los cambios experimentados por el individuo, sin considerar a la población como unidad de análisis. A continuación, se presentan algunas de las respuestas dadas que se ubican en el MC:

E3P3: *“las iguanas pueden tener números y colores para que las personas sepan si es macho oembra”* (MC)

E1P5: *“Por la humanidad”* (MC)

E5P5: *“porque quisieron probar algo diferente y dejar de comer lo mismo todos los días”* (MC)

E4P6: *“Cien pies, gusanos, peces”* (MC)

Por su lado E1 y E5 en sus respuestas demuestran indicadores del modelo evolucionista al expresar conceptos de herencia, linajes en cuanto a caracteres como las escamas tal como se evidencia en el E5P3: *“pueden extinguirse porque unas van a tener escamas brillantes y otras no eso provocaría que se extinguieran por no tener todas las iguanas escamas brillantes”* considerando que los cambios se pueden registrar en el plano poblacional, como una disposición favorecida por selección natural y no por causas próximas que actúan sobre vivientes individuales. En conclusión, los Mei Por tendencia en el Inst#1 se ubica a 2 de los 8 estudiantes en el MO, uno en el MC, 4 participantes transitando en los modelos MC-MO y uno en sus declaraciones emplea conceptos biológicos relacionados en el ME; sin embargo, la explicación es superficial con prevalencia al MC.

7.3 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO FINAL (EN ADELANTE Inst#2)

A continuación, se presenta el análisis del **Inst#2** y su comparación con el **Inst#1**, aplicado a 8 estudiantes de acuerdo con cada una de las subcategorías propuestas en la investigación.

7.3.1 Niveles de indagación finales (en adelante Nif)

Una vez analizadas las respuestas de los estudiantes dados en el instrumento final, después de la intervención didáctica diseñada intencionalmente para el aprendizaje de la adaptación biológica, a través de la metodología de aprendizaje basado en proyectos; se evidenció que las declaraciones individuales de las estudiantes fluctúan por los diferentes niveles: N1 y N2; solo E5 en la P2 alcanzó el N3, tal como se aprecia en la tabla 23.

Tabla 24. Niveles de identificación de preguntas o problemas investigables por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nif
Sub1	E1	P1	N2
		P2	N1
	E2	P1	N2
		P2	N2
	E3	P1	N1
		P2	N1
	E4	P1	N1
		P2	N1
	E5	P1	N2
		P2	N2-N3
	E6	P1	N1
		P2	N2
	E7	P1	N1
		P2	N2
	E8	P1	N1
		P2	N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Para el caso del E5 se observó un cambio en el nivel de formulación de preguntas y problemas investigativos en comparación de los resultados obtenido en el Inst#1 donde se

ubicó en N1 como se muestra en la tabla 24, demostrando la importancia y pertinencia del desarrollo de unidades didácticas en el aula de clases. En relación con los demás participantes se observó transición hacia un nivel superior; empleando expresiones interrogativas que al inicio no se habían utilizado, además de la ausencia de preguntas dicotómicas. Este cambio posiblemente se deba al acercamiento teórico que se realizó en la sesión 5 de la unidad didáctica en la cual se abordó las características y ejemplos del cómo formular preguntas, también al trabajo metacognitivo desarrollado por los estudiantes de plantear, compartir y reformular una pregunta con sus pares.

Tabla 25. Tendencias de Niveles de indagación iniciales y finales en la Sub1.

#E	Nii	Nif
E1	N1-N2	N2
E2	N1-N2	N2
E3	N1	N1
E4	N1	N1
E5	N1	N2-N3
E6	N1	N1-N2
E7	N1-N2	N1-N2
E8	N1-N2	N1-N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

En la primera Sub-subcategoría identificación de preguntas, E3 y E4 permanecieron en N1 puesto que en el cuestionario inicial no se observó la formulación de ninguna pregunta y para el cuestionario final si bien se emplearon expresiones interrogativas ¿Qué? ¿Cómo? ¿cuántas? las preguntas diseñadas son de respuestas fijas que la bibliografía establece por lo tanto difícilmente darían espacio al inicio de un proyecto escolar investigativo, como se muestra en la tabla 24;

Tabla 26. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P1.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E3	P1	<i>por qué serían iguales y por qué se parecen tanto</i>	<i>¿qué tanto tiempo pueden vivir?</i>
E4	P1	<i>las iguanas marinas sí exponen al sol y reciben 36° de luz solar para expulsar salen de sus alimentos</i>	<i>¿cómo sobreviven las iguanas? ¿qué comen? ¿de qué se alimentan? ¿cuántas especies ay de iguanas?</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Por su parte E6, E7 y E8 alcanzaron una transición entre N1 y N2 donde se resalta el uso de expresiones interrogativas y preguntas que podrían ser reevaluadas para obtener preguntas investigativas, como se observa en la siguiente tabla 26. Este panorama expone lo analizado por Alape (1998) quien realizó una investigación en la ciudad de Bogotá y concluyó que a nivel nacional existen aulas que no preguntan; dado que nuestro sistema educativo se caracteriza por ser autoritario y antidemocrático, el cual no permite que el niño ni el joven piensen, ni hagan preguntas, ni sean críticos. En este sentido a los estudiantes rara vez se les sugiere o requiere que planteen preguntas a un texto, su realidad o lo visto en la clase; sino que están encasillados en aprender y dar respuestas mecánicas; las cuales son suministradas por los docentes o libros de texto.

Es así que cuando un alumno realiza una pregunta tiende a ser dicotómica o de una demanda específica, es decir, una respuesta concisa como un número, lugar o un alimento; sin llegar a ser pertinente, desafiante o innovadora. Sin embargo, es imperativo reconocer que esta habilidad es aprendida; por tanto, requiere de tiempo, retroalimentación, de un acercamiento genuino al tema de estudio, construcción inicial y grupal, lo que resalta la importancia de las unidades didácticas enfocadas a la función didáctica de la pregunta, en este orden de ideas Roca et al., (2013) exponen que cada vez se valora más la necesidad de

fomentar y provocar la capacidad de preguntar en el alumnado, especialmente por su relación con la construcción del conocimiento y con el desarrollo del pensamiento crítico.

Tabla 27. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P1.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E6	P1	<i>sin respuesta</i>	<i>¿Como se adaptan? se adapta porque inversión por lo tanto su coloracion oscura es la clave para su salud</i>
E7	P1	<i>porque todas las iguanas son iguales deberían existir varias especies para elegir cuál es la mejor</i>	<i>qué le consultara diferentes fuentes biblioticas</i>
E8	P1	<i>¿las iguanas pueden respirar bajo el agua? ¿a dónde comen cuando están bajo el agua?</i>	<i>¿hay iguanas gigantes? ¿las iguanas podrían volar? ¿las iguanas que comen? ¿las iguanas pueden trepar?</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

En el caso de E1, E2 y E5 presentaron cuestionamientos más formales, donde se puede corroborar la comprensión inicial del concepto de adaptación biológica y las implicaciones fenotípicas y genotípicas que traen consigo el considerar aspectos propios de la especie como la cola planada, color de piel y la especiación, como se muestra en la tabla 27. Estos cambios posiblemente se deban al ejercicio de diseñar, evaluar, compartir y reescribir las preguntas a partir de las características compartidas por el maestro y de la interacción con sus homólogos.

Tabla 28. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P1.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P1	<i>Las iguanas no son iguales por la raza</i>	<i>¿cómo consiguieron su piel oscura? ¿por qué sus inversiones no superan los 5 minutos?</i>
E2	P1	<i>¿Por qué decidieron evolucionar? o ¿porque se separaron de su antepasado?</i>	<i>¿cómo consiguieron su piel oscura? ¿cómo consiguieron planear su cola? ¿por qué pueden aguantar tanto bajo el agua? ¿y porque sus inmersiones no superan los 5 a 10 minutos?</i>
E5	P1	<i>consultarán muchas cosas de los dos tipos de iguanas</i>	<i>por qué hay apenas dos tipos de iguanas que son terrestres y marinas sí en el mundo pueden aber varias especies de iguanas</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

De este modo se hace fundamental el replantear la forma de preguntar del docente, pues los alumnos tienden a imitarlo, entonces si los instrumentos de evaluación están enfocados en demandar información específica con interrogantes de ¿Qué es? ¿quien? ¿cuándo? las preguntas que van a obtener los alumnos serán en esta línea; por ello el aula debe ofrecer espacios y actividades que lleven al cuestionamiento de su entorno social y biológico que despierten el interés y autorregulación de modo que la demanda recaiga sobre el alumno y no sobre la información.

Con respecto a la subcategoría identificación de un problema investigable, 5 de los 8 estudiantes transitaron a niveles superiores a la inicial como se muestra en la tabla 27, al considerar que los factores externos (nicho ecológico, disponibilidad de alimento) y la genética (reproducción) dan explicación a la especiación de los organismos.

Tabla 29. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub1 P2.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E2	P2	porque uno por tiene piel oscura son nadadores y se alimentan de las cosas del mar y la otra porque es verde y mantiene en los árboles que come	por su abitar comida y clima mecanismo y piel
E5	P2	por qué una es marina y otra terrestre y la iguana marina aguanta la respiración hasta por una hora y la terrestre no la iguana terrestre es de color verde y la marina de color negro o gris	Marina: porque alguno de sus <u>ancestros</u> vivió en el mar y se fueron reproduciendo a <u>lo largo de los años</u> Terrestre: porque sus <u>ancestros</u> pudieron nacer en la selva o en el monte y se fueron <u>reproduciendo</u> en este abitat y para hacer marinas el mar le queda muy lejos y duraran más o menos 1 mes
E6	P2	algunas son diferentes, pero tienen el mismo parecido porque algunas son marinas y terrestres	porque una se camufla con los árboles y la otra se <u>camufla</u> con las piedras para cazar los animales más débiles
E7	P2	son diferentes porque cada una vive en un lugar diferente y vive en el agua y otra vive en los árboles	porque una iguana de agua y la otra es de tierra por eso son diferentes
E8	P2	porque una es Marina y otras terrestre la Marina come mucha sal pero se la suelta en cambio	porque una iguana bio que en el mar hay <u>alimento</u> y revoluciona <u>a travez de los años</u> y haora hay dos

<i>la terrestre come no se sabe</i>	<i>iguanas diferentes con el mismo</i>
<i>gusanos y frutas</i>	<i>organismo</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Otro aspecto por considerar es que en las explicaciones finales se visualizan los marcadores discursivos relacionados a la comprensión de las adaptaciones biológicas desde el modelo evolutivo puesto que se concibe que estas no son inmediatas, sino que hacen parte de la historia evolutiva de la especie, la presencia de ancestros o nodos internos, aunque el lenguaje empleado se da desde la cotidianidad pues la interiorización y uso del lenguaje científico es un proceso gradual.

En la segunda subcategoría se abordó el planteamiento de hipótesis, en la cual 3 de los 8 estudiantes se ubicaron en el N2, 2/8 aun dando explicaciones desde lo cotidiano sin relacionar el problema de la adaptación biológica y 3/8 de los participantes transitan en los niveles N1 y N2, como se muestra en tabla a continuación:

Tabla 30. Niveles de formulación de hipótesis por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nif
Sub2	E1	P3	N2
		P4	N2
	E2	P3	N2
		P4	N2
	E3	P3	N1
		P4	N2
	E4	P3	N1
		P4	N1-N2
	E5	P3	N2
		P4	N1
	E6	P3	N1-N2

	P4	N1
E7	P3	N2
	P4	N1
E8	P3	N2
	P4	N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Para la subcategoría 2 se observa una tendencia hacia el nivel N2 debido a que los participantes plantearon hipótesis, que si bien son ambiguas guardan relación con el problema propuesto sobre la adaptación biológica del organismo analizado; esto como resultado de las actividades desarrolladas en la unidad didáctica, la capacidad de prever y dar razones a problemas analizados de los niños. En coherencia con Collante y Escobar (2016), quienes entienden la hipótesis como el proceso cognitivo que se forma desde temprana edad y que busca dar respuesta a problemas planteados con anterioridad; lo que resalta la importancia de trabajar en el aula la capacidad de relación causa – efecto que facilita las posibles explicaciones desde la experiencia, presaberes y el saber construido, Cazau (2002) establece dos tipos de hipótesis, de correlación (entre dos o más factores) y de causalidad, que plantean una relación causa-efecto; estas últimas la más empleadas a nivel la educación básica primaria, en los participantes se observó el uso de hipótesis de relación causa-efecto dado que expresan como posibles causas de la AB “*porque alguno de sus ancestros vivió en el mar y se fueron reproduciendo a lo largo de los años”* “*porque sus ancestros pudieron nacer en la selva o en el monte y se fueron reproduciendo en este abitat y para hacer marinas el mar le queda muy lejos y duraran más o menos 1 mes”* teniendo como la AB de la especie.

Con respecto a las declaraciones de E1, E2, E5 y E8 se observa el uso de lenguaje científico en sus explicaciones finales que refuerzan la posible explicación, ver tabla 30; así como la consideración de la herencia, la presencia de un carácter como el color de piel y la selección natural al plantear la prevalencia hacia el color oscuro de escamas.

Tabla 31. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub2 P3.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P3	<i>Evolucionar o extinguirse</i>	<i>hoy se podría acabar extinguir o incluso se les podría acabar sus colores brillantes</i>
E2	P3	<i>Que se instinguran</i>	<i>se descubriría nuevas especies de iguanas con algún otro color y adaptación diferente</i>
E5	P3	<i>pueden extinguirse porque unas van natener escamas brillantes y otras no eso probocaria que se xetingieran por no tener todas las iguanas escamas brillantes</i>	<i>yo creo que se estuvieron extinguiendo porque todas las iguanas machos atraerían a una iguana embra y no se sabe a quién elegir y para que la embra se baya con alguno de los dos y las iguanas machos comenzarían una pelea entre los dos por la hembra</i>
E8	P3	<i>yo creo que se ban muriendo se acaba la era de las iguanas marinas</i>	<i>no habrá tantas iguanas porque si hay igual de claras a oscuras no atraerán a las hembras casi</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Del mismo modo la P4 permitió observar el potencial de formular hipótesis desde la relación causa- efecto como se presenta en la tabla 30 y cuyas declaraciones evidencian un proceso inicial de interiorizaron y comprensión del concepto de adaptación biológica como la capacidad de los seres vivos a adaptarse al medio, condiciones abióticas y que estas se dan en generaciones posteriores.

Tabla 32. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub2 P4.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P4	<i>Evolucionar, morir o infectarse</i>	<i>se podría morir porque ellas están adaptadas al agua</i>
E2	P4	<i>Se adaptaría y comería lo que había ahí</i>	<i>podrían comer hojas adaptarse para no morir y evitar animales peligrosos se mantendría en los árboles</i>
E4	P4	<i>se pueden morir porque las iguanas marinas son del mar y no del bosque y de árboles</i>	<i>se escaparían para el bosque y se irían para donde hubiera más iguanas para hacer de su mismo color y especie</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Para la subcategoría 3 referente a la identificación de variables, las respuestas fueron homogéneas y persistente con los niveles del Inst#1, dado que 5 de los 8 estudiantes se ubicación en N1, 2/8 en fluctúan en los N1 y N2 aunque la tendencia es hacia N1 solo E8 se ubicó en N2; situaciones que demuestran que a los participantes se les dificultad identificar y justificar la influencia de los factores bióticos y abióticos que afectan el comportamiento, morfología y la genética de una especie, como se presenta a continuación en la tabla 32. Esta situación posiblemente se deba a lo complejo que es el para el sujeto cambiar o modificar una idea o modelo que tiene internalizado, pues para ello se requiere de tiempo, información y actividades que le generen desequilibrio cognitivo de modo que se cambien o reestructuren los mismos:

Tabla 33. Niveles de identificación de variables por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nif
Sub3	E1	P6	N1
		P7	N1
	E2	P6	N1
		P7	N2
	E3	P6	N1
		P7	N1
	E4	P6	N1
		P7	N2
	E5	P6	N1
		P7	N1
	E6	P6	N1
		P7	N1
	E7	P6	N1
		P7	N1
	E8	P6	N1-N2
		P7	N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

En las preguntas diseñadas para esta subcategoría los estudiantes se les requirió identificar qué factores abióticos y bióticos influyen en las diferencias entre estos dos organismos, las declaraciones obtenidas demuestran que los alumnos se limitaron a escribir una lista de factores bióticos y abióticos en general o que no guardan relación con la adaptación de las iguanas como se presenta en la tabla 32. Esta situación se puede explicar como un posible resultado de la mecanización a las preguntas sobre factores bióticos y abióticos que se realiza los niños en los grados escolares iniciales, donde se limita a la escritura de algunos factores según una imagen o mencionarlos de manera memorística sin guardar relación o

explicación de la influencia de estos en los organismos presentes en el habitat; o lo complejo que es crear conexiones e interrelaciones entre lo vivo y no vivo.

Tabla 34. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P6.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P6	<i>Que la iguana marina vive en el agua y la terrestre en la tierra</i>	<i>IGUNA MARINA bióticos insectos abióticos árboles ramas IGUNA COMUN bióticos peces abióticos piedra y tierra</i>
E2	P6	<i>su temperatura abióticos y bióticos su cola y su piel</i>	<i>el mar las rocas árboles tierra comida</i>
E3	P6	<i>los bióticos: iguanas los abióticos: la roca</i>	<i>Abióticos: vallena delfín tiburón Los bióticos: agua algas corales</i>
E4	P6	<i>Cien pies, gusanos, peces</i>	<i>terrestre cocodrilos tortugas monos Marina p esos cangrejos monos</i>
E5	P6	<i>en la iguana marina tiene arena y piedras las terrestres tienen plantas y tierra</i>	<i>Marina factores bióticos odserbo las iguanas los peces y el agua abióticos abióticos veo la arena y las rocas</i>
E6	P6	<i>por qué los bióticos tienen vida y los abióticos no</i>	<i>Que las iguanas normales son abioticas y las iguanas marinas son bioticas</i>
E7	P6	<i>primero la iguana terrestre puede andar por los árboles y por el suelo ancambio las iguanas marinas solo pueden andar en el agua y también en el piso</i>	<i>una es común y la otra es</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Solo el estudiante E8 plantea una diferencia entre las dos especies y factores relacionados con el ambiente, fenotipo y la alimentación, como se puede observar a continuación:

Tabla 35. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P6.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P6	terrestre: planta	Marina: abióticos tierra, color
		marinas: algas	bióticos planta, las patas, la cola ancha al principio y delgada al final
			terrestre: abióticos: agua, rocas, color bióticos: algas, cola aplanada

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

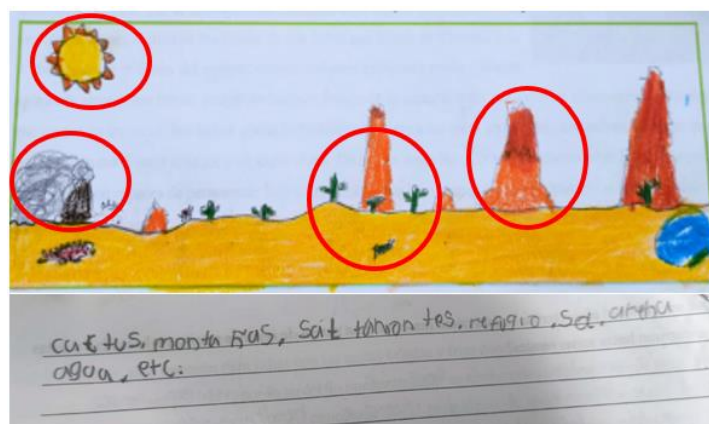
Para el desarrollo de la subcategoría 3 en la P7 los estudiantes realizaron un dibujo y su explicación a la demanda de imaginar un animal que pueda vivir en un ecosistema desértico; el cual debe ser capaz de conseguir alimento, agua, refugio, etc. Aquí se observó la continuidad en el arraigo conceptual de los niños a la ubicación de solo algunos animales a ciertos ecosistemas, los cuales son transmitidos por el maestro desde los primeros años escolares; por ello E1, E3, E5 y E6 referenciaron organismos como el camello, lagartija y el cactus que son la imagen más recurrente para este tipo de bioma como se muestra en la tabla 35; aun teniendo la indicación de poder imaginar o crear un organismo.

Tabla 36. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P7.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P7	<i>Puse nueve escamas en el lagarto y dos jorobas en el camello</i>	<i>Cactus, montañas, saltamontes, refugio, sol, arena, agua etc.</i>
E3	P7	<i>sobrevive con su radiación en el agua</i>	<i>el solo necesita agua y desierto</i>
E5	P7	<i>el camello puede tomar mucha agua y la guarda en la bola que vemos en la espalda del camello y puede sobrevivir sin agua por lo menos 1 o 2 días</i>	<i>Tipo de lagarto fuego en una especie de tierra roja con agua</i>
E6	P7	<i>es caluroso, seco, tierra rojo con color amarillo con camellos</i>	<i>Yo dibuje un camello comiendo cactus su temperatura</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Ilustración 11. Dibujo realizado por E1 en P7 en Inst#2



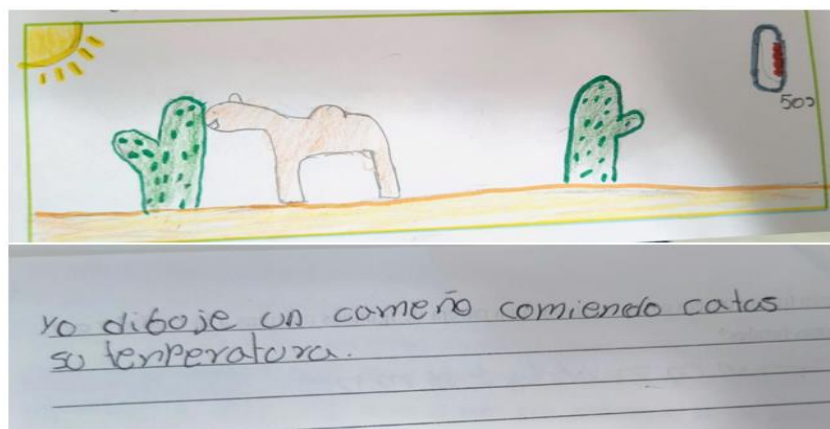
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12. Dibujo realizado por E5 en P7 en Inst#2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13. Dibujo realizado por E6 en P7 en Inst#2



Fuente: Elaboración propia

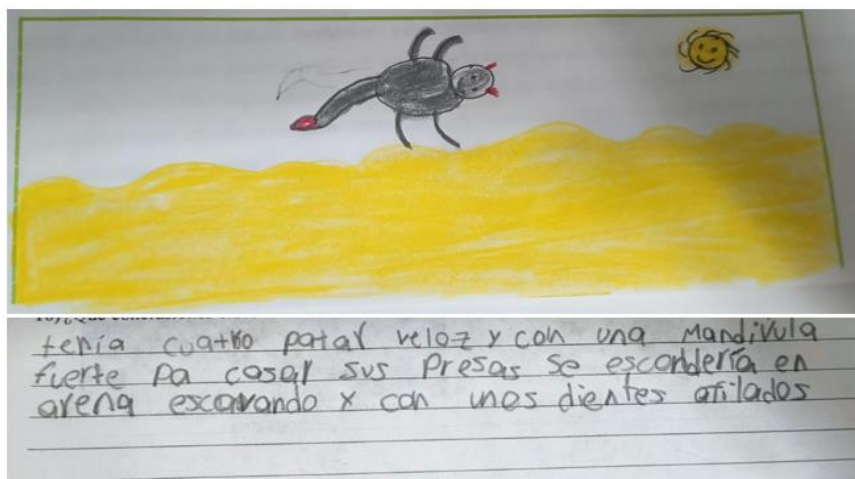
Ahora bien, en los dibujos y explicaciones de los E4 y E8 se plantean características, es decir, variables que tuvieron en cuenta al momento de realizar su representación y la influencia de estas en la vida del organismo, las cuales se denotan de color amarillo en la tabla 36.

Tabla 37. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub3 P7.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E4	P7	piel capaz de resistir a varias temperaturas pies rápidos y poder escabar para refugiarse en la arena diez para persivir la comida o persivir el peligro y una cola afilada para defenderse	tendría cuatro patar veloz y con una mandíbula fuerte pa casar sus presas se escondería en arena escanvando y con unos dientes afilados
E8	P7	qué puede conseguir su propia comida y puede volar para respirar	la lombrices se pueden esconder por la tierra y se pueden alimentar de plantas y árboles

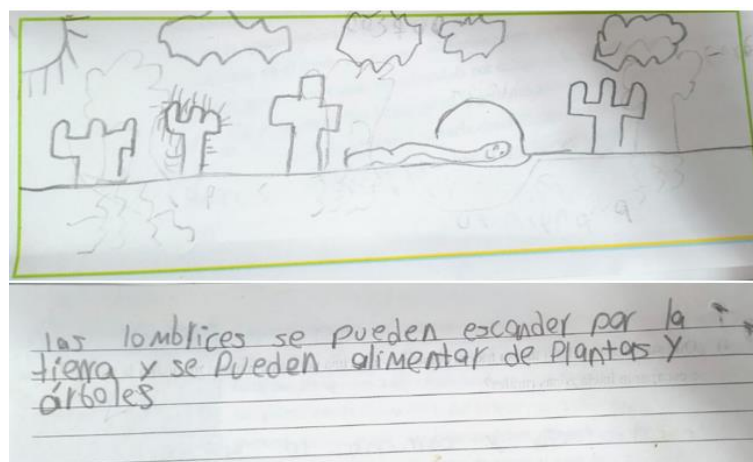
Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Ilustración 14. Dibujo realizado por E4 en P7 en Inst#2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15. Dibujo realizado por E8 en P7 en Inst#2



Fuente: Elaboración propia

Con lo anterior se sustenta la importancia de llevar al contexto escolar desde edades tempranas el concepto de variable, la manera como se identifican, plantean y evalúan las mismas; de forma que el estudiante reconozca que alrededor de un objeto de estudio existe una red de factores que guardan incidencia directa o indirecta. En esta línea Podestá y Furman (2010) afirman que, para comenzar a diseñar un experimento, hay que pensar en lo que se conoce como el tratamiento por aplicar o el factor que modificaremos para ver su efecto sobre la variable que se ha de medir. Esto vale tanto para los experimentos planteados por el docente como para los propuestos por los alumnos.

Continuando, con la subcategoría 4 niveles de recolección y procesamiento de datos, 6 de los 8 de los participantes transitan en los N1 y N2 y 2/8 aún persisten en el N1 como se muestra en la tabla 37. Esta transición se logró mediante las sesiones 7 y 8 en las cuales los alumnos reconocieron buscadores en línea para niños y el ejercicio práctico en la escuela. También es importante reconocer que los acudientes fortalecieron este proceso puesto que ellos conocieron y navegaron junto con los menores para la realización de la actividad planteada en la sesión 8. Por su parte E5 y E6 presentaron inconvenientes materiales ante la carencia de internet en sus hogares o la edad avanzada de sus cuidadores, lo que dificultó la transcendencia de la actividad.

Tabla 38. Niveles de recolección y procesamiento de datos por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nif
Sub4	E1	P8	N1-N2
		P9	N1-N2
	E2	P8	N1-N2
		P9	N1-N2
	E3	P8	N1-N2
		P9	N1
	E4	P8	N1
		P9	N1-N2
	E5	P8	N1
		P9	N1
	E6	P8	N1
		P9	N1
	E7	P8	N1
		P9	N1-N2
	E8	P8	N1
		P9	N1-N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Por consiguiente, no es consolidado el N2 en los estudiantes; si bien en sus declaraciones mencionan algunos buscadores, fuente física o vivencial como se observa en la tabla 38, la manera de seleccionar y organizar la información es tradicional, es decir, se transcribe de forma literal los tres o cuatro párrafos del documento o página consultada cuando se demanda un resumen o cuando se les requiere realizar un mapa mental este se convierte en cuadros con mucha información y sin enlaces entre los mismos.

Tabla 39. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub4.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P8	<i>Google o en libros</i>	<i>Google y youtube kis</i>
E2	P8	<i>en libros o internet</i>	<i>Kid rex Google kiddie bunny</i>
E3	P8	<i>libros y google</i>	<i>en un buscador como bonis kid rex metal al</i>
E4	P9	<i>en una biblioteca</i>	<i>ir a los bosques o ir a los Galápagos para tener más información</i>
E6	P9	<i>deberían hacer un grupo o reunirse entre todos</i>	<i>En un buscador en internet o un libro</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Estos obstáculos se refuerzan en el modelo de enseñanza tradicional presente en el aula de clase, debido a que en el desarrollo de las consultas o conceptualizaciones son escasas las oportunidades donde se les enseña a los niños a construir este tipo de estrategias o esquemas para analizar una información, pues las tareas quedan encasilladas a definir, responder qué es o cuándo; limitándose a la transcripción literal de un dato. Ahora bien, enseñar y poner en el aula esquemas como mapas, diagramas de flujo y el resumen requieren de la orientación del maestro, cambio en la concepción del como enseñar que involucre la comprensión global del proceso de aprendizaje, puesto que es vital en este siglo que los estudiantes lean, comprendan, escriban y comuniquen sus ideas empleando el lenguaje científico. En coherencia, Sanmartí (1997) plantea que los estudiantes deben ser capaces de expresar y comunicar las ideas por medio del lenguaje, si bien estas producciones escritas no expresan en forma acabada el conocimiento de estos, juegan un papel esencial en la construcción y autorregulación del proceso de aprendizaje; por lo que los alumnos deben aprender a hablar y escribir sobre ciencias.

Con lo que respecta a la subcategoría 5 análisis de datos y obtención de conclusiones, la tendencia es similar a la obtenida en el Inst#1, es decir, una transición en los N1 y N2 como se muestra en la tabla 39, donde los participantes presentan conclusiones y análisis de datos incompletos o con poco fundamentado en los datos considerándose simplista, partiendo de lo evidente al mencionar que son diferentes por su nombre o por la foto; pero no se aporta un dato o argumento de valor a la misma. Este panorama guarda relación con las dificultades descritas en las subcategorías anteriores, puesto que plantear conclusiones requiere de habilidades cognitivas superiores tales como el razonamiento abstracto, procesamiento y uso del lenguaje formal.

Tabla 40. Niveles de análisis de datos y obtención de conclusiones por tendencia.

Subcategoría	#E	Pregunta	Nif
Sub5	E1	P10	N1-N2
	E2	P10	N1-N2
	E3	P10	N1-N2
	E4	P10	N1-N2
	E5	P10	N1
	E6	P10	N1
	E7	P10	N1
	E8	P10	N1-N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

La tendencia de las respuestas estuvo enmarcada en mencionar que se extinguen o son diferentes especies como se muestra en la tabla 40, adicionalmente estos niveles se obtienen debido a la dificultad en la comprensión de un texto, pues se requiere un nivel inferencial y crítico para llegar a una buena conclusión.

Tabla 41. Comparación entre las declaraciones del nivel inicial y final en la Sub5.

#E	Pregunta	Respuesta inicial	Respuesta final
E1	P10	<i>Que todas las iguanas son diferentes</i>	<i>que las iguanas se podrían extinguir o no podrían reproducirse</i>
E2	P10	<i>sin respuesta</i>	<i>sobre si habrá una nueva especie de iguana y se la llevamos a una iguana al bosque se adaptaría al nuevo lugar o moriría y cómo se llamaría</i>
E3	P10	<i>que todas las iguanas no son iguales</i>	<i>abía una diferencia entre especies</i>
E4	P10	<i>de investigar sobre las iguanas</i>	<i>concluir sobre ellas en otros lugares concluir que pasaría si se extinguieran todas las iguanas y se encuentran con otro tipo de especie</i>

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

A partir del análisis anterior en cada subcategoría de la competencia científica indagación se observa una tendencia final de 2 de los 8 participantes a continuar en el N1, 4 de los 8 entre N1 y N2; por último 2 de 8 se ubicaron en el N2 como se presenta en la tabla 41, denotando que 6 de los 8 estudiantes participantes se ubican en el nivel N1 y sus transiciones, situación que permite evidenciar y reafirmar las dificultades de la praxis de la competencia en el aula de clases, las cuales se describieron en el capítulo I.

Tabla 42. Niveles finales de las subcategorías en la competencia de indagación

#E	Nif sub1	Nif sub2	Nif sub3	Nif sub4	Nif sub5	Nif por Tendencia
E1	N2	N2	N1	N1-N2	N1-N2	N1-N2
E2	N2	N2	N1-N2	N1-N2	N1-N2	N2
E3	N1	N1-N2	N1	N1-N2	N1-N2	N1-N2
E4	N1	N1	N1-N2	N1-N2	N1-N2	N1-N2
E5	N2-N3	N1-N2	N1	N1	N1	N1
E6	N1	N1	N1	N1	N1	N1
E7	N1-N2	N1-N2	N1	N1-N2	N1	N1-N2
E8	N1-N2	N2	N2	N1-N2	N1-N2	N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Con referente a la subcategoría 1 predomina N1 y N2 donde hubo un cambio en la formulación de las preguntas, brindando mayor estructura gramatical e intencionalidad partiendo de la lectura y la construcción realizada individual y colectivamente; en este sentido López et al., (2014) plantean que formular preguntas relevantes está relacionado con los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre el tema, de modo que el favorecer la formulación de preguntas en el aula es una estrategia que facilita el aprendizaje profundo y la comprensión de estas (las preguntas) se constituyen en la base para fortalecer el conocimiento científico. Seguidamente en la subcategoría 2 los estudiantes formularon posibles hipótesis que pueden ser corroboradas con estudios y que guardan relación con el problema planteado, es decir, con la especie de estudio las cuales tienen sus bases en las lecturas, presaberes y las ideas arraigadas de las adaptaciones de los seres vivos. Para Podestá y Furman (2010) en la formulación de hipótesis y predicciones, es importante que el profesor induzca a los estudiantes para que den explicaciones de los fenómenos a partir de su experiencia que les permitan ir más allá de lo superficial que ofrece el mundo, en el cual ponga a prueba sus sentidos para hacer de cada situación y vivencia una construcción de saber, que hará parte de la humanidad.

En la subcategoría 3 se halla la mayor dificultad, debido a que en el ámbito de la educación primaria no es recurrente establecer, identificar o relacionar variables a un objetivo de estudio, comprender que una variable es un factor de incidencia dependiente o independiente para un fenómeno en particular y no corresponde a la globalidad del ecosistema; en este sentido Ursini et al., (2006) enfatizan en que la dificultad para reconocer variables y distinguir la dependiente de la independiente, radica en que los docentes no explican este concepto y su uso en otros contextos, diferentes al de las matemáticas. En este apartado los estudiantes participantes ejemplificaron una de las preguntas más frecuentes de los exámenes de ciencias naturales ¿Cuáles son los factores abióticos o bióticos del dibujo? Pues se limitaron como se observa en las tablas 32 y 34 a realizar una lista de factores sin establecer relaciones e influencias claras organismo-ecosistema.

Continuado la subcategoría 4 la búsqueda y organización de la información, en los niveles de la básica primaria se presentan dificultades desde diversos ámbitos, inicialmente la disponibilidad de acceder a internet desde algún dispositivo, el acompañamiento para la realizar una búsqueda pertinente y epistemológica adecuada al tema, el arraigo del buscador de Google en todas las edades, así como la estrategia de resumen o esquematización que se ha abordado tradicionalmente en el aula limitado a la transición literal y lineal de la información; para Pozo et al., (2006) el estudiante necesita desarrollar la capacidad no solo de buscar información, sino de seleccionarla e interpretarla.

Finalmente, en la subcategoría 5 los niveles se mantienen en N1 oscilando a N2 sin ser consistente dado que las conclusiones presentadas se hacen desde lo literal de la información o desde lo cotidiano; Según Llorens y De Jaime (1995) y Sanmartí (1997) es habitual que los estudiantes caigan en tautologías durante su proceso de aprendizaje, dado que aún no han desarrollado su capacidad de razonar científicamente o apropiarse de teorías, fenómenos o conceptos propios de un campo de conocimiento. Guardando relación con las subcategorías anteriores no es posible llegar a tener una buena conclusión sin un proceso anterior que lo sustente ya que a medida que avanza el proceso de indagación las habilidades y etapas se van complementando.

Asimismo, se presenta en la tabla 42 la comparación de los niveles iniciales y finales de las subcategorías en la competencia de indagación, donde 6 de los 8 estudiantes lograron transitar hacia el siguiente nivel, que si bien, no representa un gran cambio, guarda relación con lo planteado por Sanmartí (2007), Furman (2008) , Crujeiras et al., (2018) cuando plantean que las competencias no se desarrollan o fortalecen en lapsos cortos o con actividades desarticuladas del conjunto de habilidades inmersas; donde también se resalta la mediación del maestro en el diseño, ejecución y evaluación de la intervención didáctica de las competencias en el aula; Furman (2008) y García et al., (2014) mencionan que dichas habilidades logran desarrollarse o estancarse dependiendo del proceso de enseñanza y aprendizaje que emplee el docente, teniendo este un papel fundamental en la estimulación, motivación y actitud generada en el aula de clase.

Tabla 43.comparativo entre los niveles iniciales y finales de las subcategorías en la competencia de indagación

#E	Nii por Tendencia	Nif por Tendencia
E1	N1-N2	N1-N2
E2	N1-N2	N2
E3	N1	N1-N2
E4	N1	N1-N2
E5	N1	N1
E6	N1	N1
E7	N1	N1-N2
E8	N1	N2

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

7.3.2 Modelos explicativos finales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos (en adelante Mef)

Para la elaboración de la tabla 43, se agruparon las respuestas de los 8 estudiantes según el modelo explicativo final, evidenciado en P3, P4, P5, P6 y P7 del cuestionario; luego se clasificaron de acuerdo con su tendencia, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 44. Modelos explicativos iniciales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos

Estudiante	N° de Preguntas	Mef	Mef Por tendencia
E1	P3	ME	MC-MO
	P4	MO	
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MC	
E2	P3	ME	MO-ME
	P4	MO-ME	
	P5	MO-ME	
	P6	MC	
	P7	MO-ME	
E3	P3	MC	MO-ME
	P4	MO	
	P5	MO-ME	
	P6	MC	
	P7	ME	
E4	P3	MC-MO	MO-ME
	P4	MO-ME	
	P5	MO	

	P6	MC	
	P7	ME	
E5	P3	MO-ME	MC-MO
	P4	MO	
	P5	MO	
	P6	MC	
	P7	MC	
E6	P3	MC	MC
	P4	MO	
	P5	MC	
	P6	MC	
	P7	MC	
E7	P3	MC	MC
	P4	MC	
	P5	MC	
	P6	MC	
	P7	MC	
E8	P3	ME	ME
	P4	ME	
	P5	MO-ME	
	P6	MC	
	P7	ME	

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Durante el desarrollo de la intervención didáctica los estudiantes realizaron un análisis de una especie de interés desde su proceso evolutivo, adaptaciones y las características del mismo, diferenciando cuando es heredable, favorecedor o desfavorable una característica genética y cuando se puede ubicar o explicar desde un modelo ontológico o evolutivo; con el objetivo de iniciar con la comprensión del concepto de adaptación biológica y los

procesos relacionados como herencia, deriva genética, factores abióticos entre otros. No obstante, se pudo observar que 4 de los 8 alumnos sustentan sus explicaciones desde los modelos ontológicos y cotidianos (MC-MO), al considerar que las adaptaciones se dan de forma inmediata como respuesta a un cambio en el ambiente y que estas son específicas de un organismo, el cual fue capaz de adaptarse solo, de modo que sus declaraciones tienen fundamento desde lo vivencial y cotidiano, tal como se observa en respuestas como:

E3P3: *“pues las iguanas le gustaban el color de piel de las iguanas marinas”* (MC)

E5P3: *“Deproto podrían dejar de existir por que hay mucha gente mala. Se podría decir algunos cazan con pistolas de aire, cauchera y piedras y todo lo que se pueda utilizar para eso por eso las iguanas verdes tienen ese color para camuflarse a si como la marinas”* (MC)

E7P4: *“susedería algo muy malo podría coletear a los animales que están en las zonas rurales y podría coletear a las personas”* (MC)

E5P6: *“los animales comen mucha comida y la guardan para tener bastante comida y salir del refugio de ellas”* (MC)

E1P6: *“IGUNA MARINA bióticos insectos abióticos árboles ramas*

IGUNA COMUN bióticos peces abióticos piedra y tierra” (MC)

E2P6: *“el mar las rocas árboles tierra comida”* (MC)

E3P6: *“Abióticos: vallena delfín tiburón*

Los bióticos: agua algas corales” (MC)

Este panorama de continuidad en las explicaciones de la adaptación biológica, tiene relación en la dificultad cognitiva que implica modificar un modelo inicial; puesto que el

reconocer, interiorizar y reestructurar una explicación ya formada desde lo vivencial o desde las generalidades de la formación académica implica un proceso metacognitivo al sujeto; en esta misma línea Bachelard (1976), al analizar la situación de los niños en la escuela, en relación con el proceso de aprendizaje de conceptos del área de ciencias, observó que el niño al tratar de comprender un concepto y explicarlo, elabora representaciones personales con base en lo que ha observado a su alrededor, en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas, formándose así conocimientos o ideas previas que aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, le sirven al estudiante para comprender los conceptos estudiados.

Autores como Ausubel (1986) y Pozo (1989) citados por Mora (2002), coinciden en que el principal obstáculo son los conocimientos previos, dado que se tornan bastante estables y resistentes al cambio, siendo generalmente compartidos por muchas personas de diferentes edades, contextos culturales, y formación; por ello, se observa que se mantienen las ideas previas de considerar que el ambiente y las necesidades, como cambios ambientales, alimento o pareja, son los que impulsan la adaptación y que estas están relacionadas directamente con la supervivencia y continuidad de la especie; centrando el proceso en el individuo capaz de adaptarse y que los demás de la población deben hacer lo mismo para garantizar su existencia o perecer.

Por otra parte, 3 de los 8 estudiantes se encuentran en una transición entre MO-ME, puesto que continúan declaraciones que relacionan el término adaptación con extinción, muerte o la necesidad, pero plantean la influencia de los factores bióticos y abióticos en el proceso adaptativo, la función biológica de algunos caracteres y la descendencia como mecanismo de continuidad de la especie como es el caso de:

E4P3: “*hoy se encontrarían más machos con ese color y las iguanas se extinguirían más*”
(MO-ME)

E5P3: “*yo creo que se estuvieron extinguiendo porque todas las iguanas machos atraerían a una iguana embra y no se sabe a quién elegir y para que la embra se baya con alguno de*”

los dos y las iguanas machos comenzarían una pelea entre los dos por la hembra” (MO-ME)

E4P4: “se escaparían para el bosque y se irían para donde hubiera más iguanas para hacer de su mismo color y especie” (MO-ME)

E2P5: “por los fuertes cambios de clima sequías y lluvias” (MO-ME)

E8P5: “Sequía: porque no habría agua salada que ya se adaptaron (MO-ME)

Lluvia: porque el mar hace se hace muy ondo”

E3P5: “porque durante las sequías o lluvias ellas tienen que cambiar de alimento” (MO-ME)

Para el caso del E8 cuyas respuestas se ubicaron en el ME, se plantea la importancia de la filogenia en las especies, la función de las características, así como la comprensión inicial de que los procesos adaptativos se originan en términos poblacionales y se ve afectado por fuerzas como la selección natural y el azar; algunas de sus declaraciones fueron:

E8P4: “no sobrevivirían porque ya se adaptaron al agua y al mar y a los alimentos que están en la orilla del mar” (ME)

E8P6: Marina: abióticos tierra, color bióticos planta, las patas, la cola ancha al principio y delgada al final terrestre: abióticos: agua, rocas, color bióticos: algas, cola aplanada” (ME)

E8P7: “que se vea como el desierto, la temperatura, el catus, animales que puedan vivir en el desierto” (ME)

Se presenta a continuación un comparativo entre los modelos explicativos iniciales y finales del aprendizaje de la adaptación biológica (ver tabla 44), donde se observa que E1 y E7

mantienen sus explicaciones de la cotidianidad, es decir, desde lo evidente y vivencial al tener contacto con el organismo propuesto en el instrumento. Por su parte, E2, E3 y E4 transitaron del MO hacia expresiones del ME sin llegar a ser contundentes pues se sigue priorizando la necesidad y su no satisfacción conlleva a la extinción; asimismo, E5 y E6 se mantuvieron en el MC-MO donde la AB es característica orgánica que aumenta la eficacia biológica, es decir, mayor posibilidad de sobrevivir y reproducirse. Por último, E8 se sitúa en el ME al plantear que la AB surge como respuesta a la selección natural y esta contribuye a la eficacia biológica.

Tabla 45. Comparación entre los modelos explicativos iniciales y finales en el aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos

Estudiante	Mei Por tendencia	Mef Por tendencia
E1	MC-ME	MC-MO
E2	MO	MO-ME
E3	MO	MO-ME
E4	MC-MO	MO-ME
E5	MC-MO	MC-MO
E6	MC-MO	MC-MO
E7	MC	MC
E8	MC-MO	ME

Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

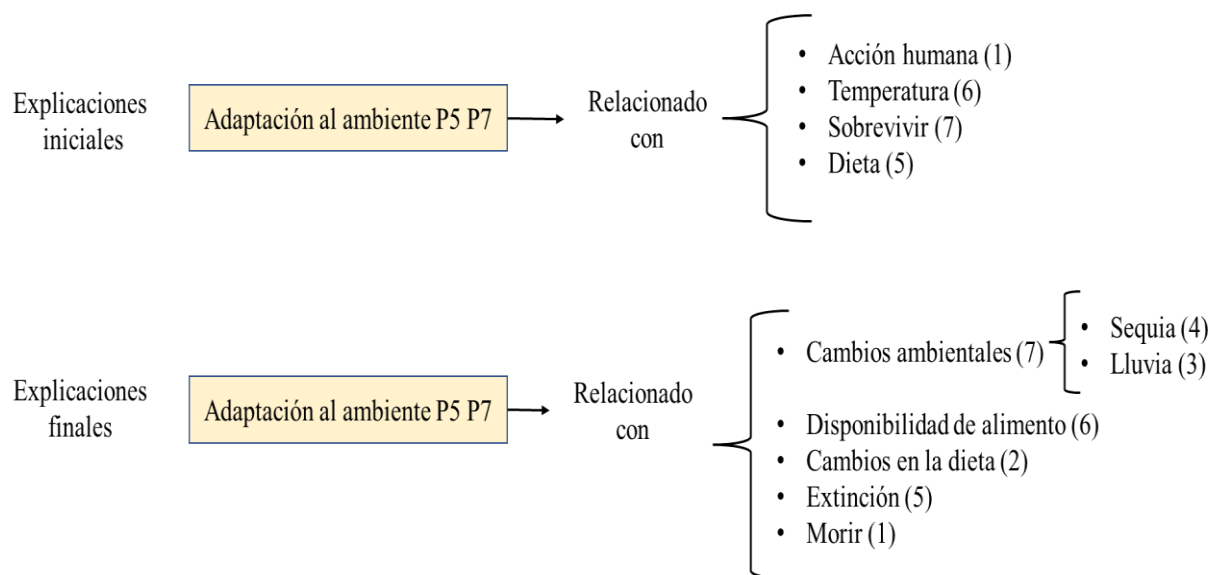
Lo exhibido en la tabla y descrito anteriormente es coherente con estudios realizados en diferentes niveles educativos y ciudades guardando relación en cuanto a los obstáculos ontológicos y epistemológicos encontrados en la población participante con referente a la adaptación biológica, Chavés (2020) plantea que los obstáculos epistemológicos llevan al estudiante a formular interpretaciones finalistas, teológicas o encasillar la adaptación como una característica heredable o imprescindible para evolución o conquistar nuevos nichos.

Asimismo, Gángara Gómez et al., (2002) establecen que la noción de adaptación presenta obstáculos epistemológicos derivados principalmente de la ausencia de contenidos específicos de los múltiples significados del concepto y de las interpretaciones exageradamente “adaptacionistas”. En los textos especializados, los argumentos seleccionistas se reducen a criterios utilitaristas; convencer de la utilidad de un órgano no es homologable a demostrar la relación adaptación-selección.

7.4 RED SISTÉMICA: ANÁLISIS DE MARCADORES DISCURSIVOS

Con base en la codificación establecida en el análisis de los instrumentos inicial y final se elabora una red sistémica utilizando los marcadores identificados en las explicaciones iniciales y finales de los estudiantes, sobre fenómenos relacionados con la adaptación biológica de los seres vivos y su frecuencia en el uso de ellos, teniendo en cuenta fenómenos específicos que involucran la adaptación al ambiente (**P5,P7**), finalismo natural (**P4**), Cambio individual adaptativo/poblacional (**P2,P6**) y la herencia (**P3**)

Ilustración 16. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con la adaptación al ambiente (P5, P7).

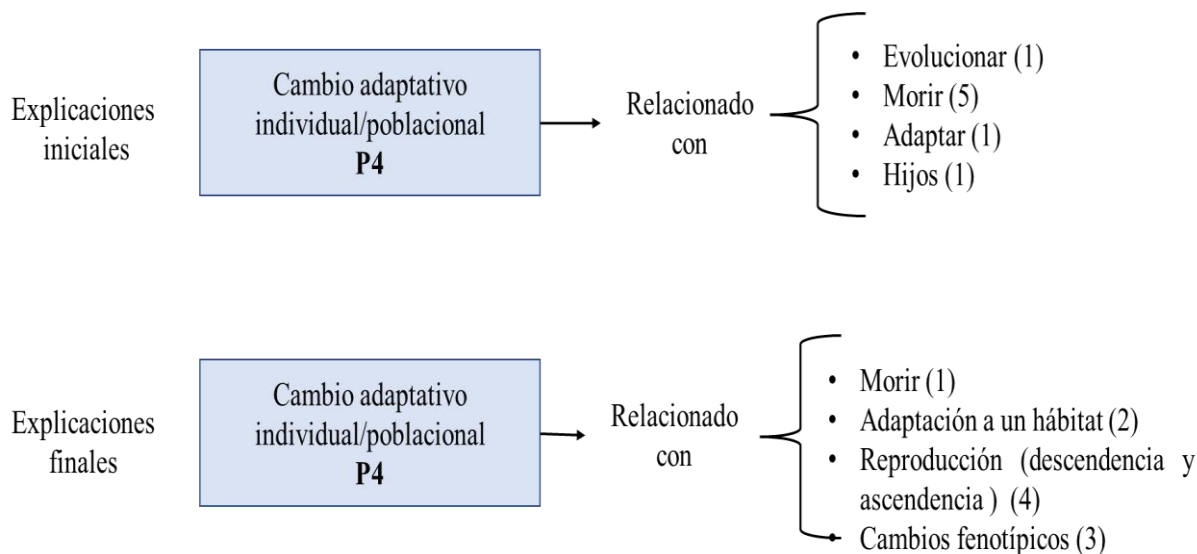


Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Al observar la terminología empleada en el instrumento inicial se puede establecer que los estudiantes asimilan la adaptación al ambiente como una respuesta a la supervivencia, relacionando respuestas como que el organismo que no se adapta a los cambios de temperatura o se alimenta de lo que está presente en el hábitat está destinado a morir, además de la necesidad de aclimatarsé se adiciona el cambiar en respuesta a los agentes externos, por ello en la ilustración 7 se presenta mayor repitencia en los términos temperatura (6) y sobrevivir (7). Estas declaraciones guardan relación con lo expuesto por Caponi (2021) donde el estudiante describe la AB como el conjunto de modificaciones somáticas que permiten la aclimatación de un organismo individual a un nuevo hábitat a un cambio climático ocurrido en su hábitat original, que constituye una respuesta, una acomodación o un ajuste, a una contingencia del entorno, reforzando el modelo ontológico.

Por su parte en el instrumento final, la adaptación al ambiente se explica desde los cambios ambientales y el alimento, donde la no satisfacción de estos llevaría a la extinción o muerte; por tanto, aunque se emplea un lenguaje más cercano al científico, lo combinan con términos cotidianos u ontológicos, por ello la clasificación de los modelos explicativos según sus declaraciones es un modelo ontológico; sin embargo es necesario tener presente que el uso de un lenguaje totalmente científico en sus explicaciones no se presentará de forma inmediata sino que será paulatino y constante, en esto se coincide con Navas (2020) quien enuncia que el cambio conceptual se da de manera gradual y lenta, debido a que cada sujeto posee mecanismos intuitivos para explicar los fenómenos cotidianos, lo que vendría de cierta manera a dificultar su aprendizaje.

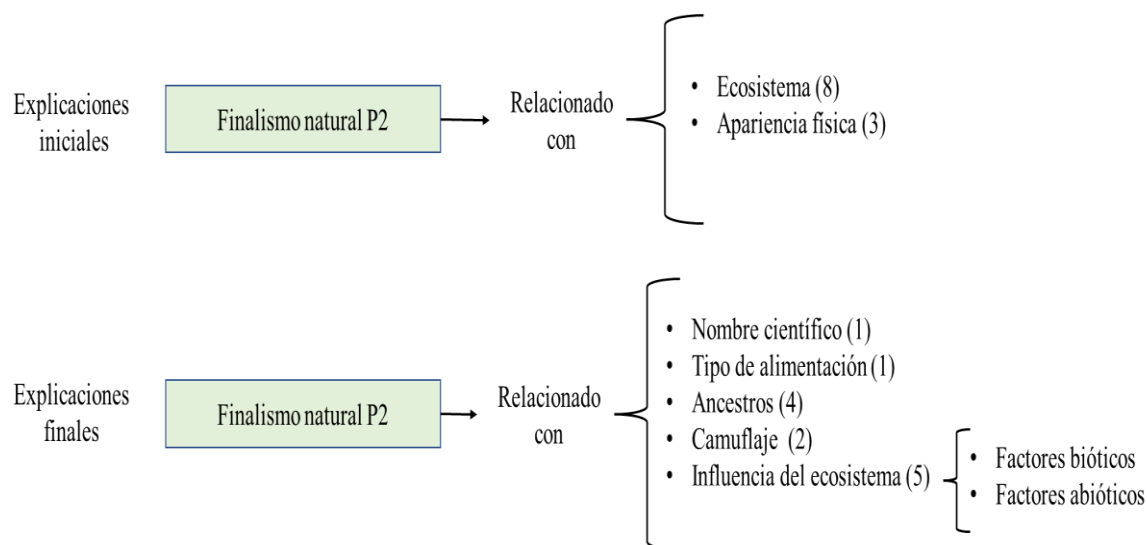
Ilustración 17. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con el cambio individual adaptativo/poblacional (P2, P6)



Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Con referencia a la comprensión de los cambios adaptativos a nivel individual /poblacional, los estudiantes enfocan que dichos cambios se dan en un organismo y que es este el que logra sobrevivir al satisfacer sus necesidades básicas, de modo que todos los organismos de la misma especie deben realizar el mismo proceso cíclico para sobrevivir; puesto que los estudiantes conciben que la descendencia no recibe carga genética que sea o no beneficiosa. Se trata, en síntesis, de una modificación del viviente individual que constituye una respuesta, una acomodación o un ajuste, a una contingencia del entorno. En la explicación final los estudiantes tienen en cuenta en sus declaraciones la función de reproducción (2) como una fuerza evolutiva visible en los linajes, los cambios fenotipos que surgen en a partir de los procesos de especiación y la comprensión de la longitud temporal que implica una adaptación para una especie: sin embargo, la terminología y explicación continua desde el modelo ontológico como se describió en el apartado anterior.

Ilustración 18. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con el finalismo natural (P4)



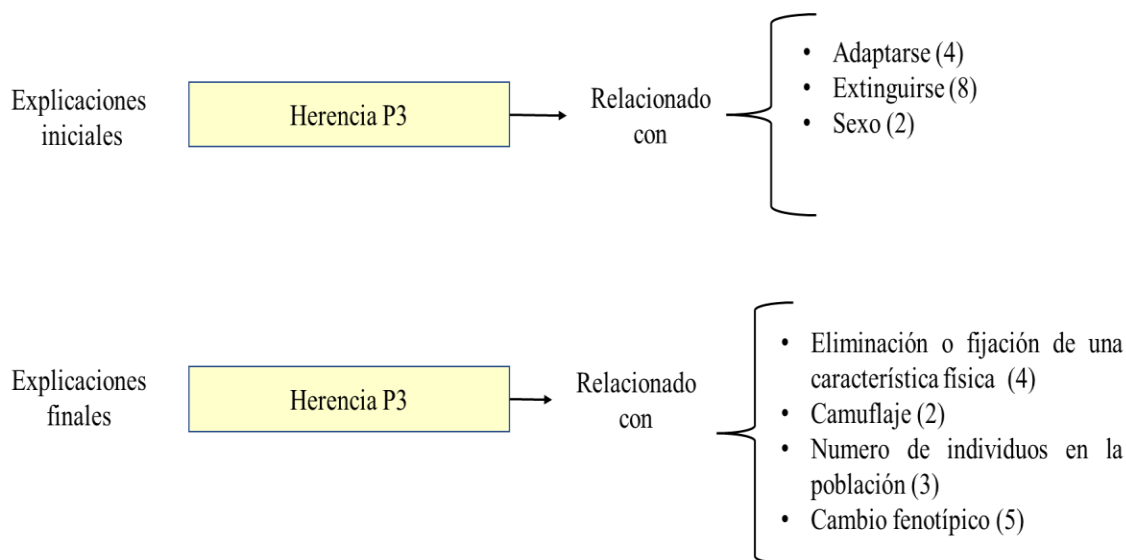
Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Con respecto al finalismo natural en las explicaciones iniciales los participantes, entienden que las adaptaciones biológicas son para dar respuesta a cambios o los factores existentes en el ecosistema, es decir, los cambios están orientados a alcanzar una meta predeterminada. Se explicita que los cambios de un ser vivo individual sólo puede responder a las exigencias de su entorno con reacciones fisiológicas, cambios morfológicos y comportamentales. En esta línea, Gándara et al., (2002) plantean que estas explicaciones se denominan finalistas e intencionales, las cuales se detectan a menudo porque sugieren que los estudiantes identifican propósitos con causas. Se podría decir que dan a entender que los cambios biológicos se producen para alcanzar un fin, un objetivo.

Continuando, en las explicaciones finales se evidencia el uso del lenguaje formal científico, la vinculación del linaje y el reconocimiento de las especies a partir de su nombre científico; deslumbrando ideas iniciales en los estudiantes acerca de la relación entre la adaptación y la historia evolutiva de las especies y no solo se utilidad, como producto del desarrollo de la unidad didacta; en coherencia, Caponi (2021) propone entonces que el

concepto de adaptación evolutiva no se refiere a la utilidad o conveniencia actual de un estado de carácter; sino que alude a su historia evolutiva: al hecho de haber sido seleccionado en virtud de esa utilidad o conveniencia, es decir la transición hacia el modelo evolutivo.

Ilustración 19. Red sistémica sobre el uso de concepciones iniciales y finales utilizados para explicar fenómenos relacionados con la herencia (P3)



Fuente: Elaboración propia con colaboración del asesor

Para el concepto de herencia, los estudiantes en el cuestionario inicial asocian el concepto a la existencia de dos sexos (masculino y femenino) de los cuales se obtienen una descendencia obligatoriamente recayendo en el finalismo natural o teológico pues un ser divino creo al hombre y la mujer para una función en específico; de la misma manera se concibe que un organismo se enfrenta a nuevos caracteres fenotípicos en su especie debe adaptarse para ser agradable al sexo opuesto o de lo contrario tenderán a la extinción. En este momento no se observó la relación con el linaje y los alelos que pueden llegar a ser heredables; debido a que en las declaraciones se limitaron al plano individual.

Ya en el cuestionario final aparecen términos más desde el lenguaje científico como la herencia de alelos dominantes y beneficiosos, la utilidad de los mismo y los cambios en el fenotipo que diferencia una especie de otra; aunque en estas declaraciones subyace un obstáculo epistemológico en los participantes al determinar que “todo es heredable” “solo lo bueno se hereda”, situación que ha sido estudiada previamente por Gándara et al., (2002) pues este obstáculo trasciende los libros de texto y de allí su arraigo en las ideas previas de los estudiantes al concluir que ni en la literatura especializada ni en los libros de ESO encontramos criterios claros para establecer qué hay de heredado y qué hay de adquirido en cada fenotipo, no queda suficientemente justificado el rechazo al lamarckismo a pesar de la clara insistencia por parte de los libros de secundaria en afirmar lo contrario. Cuando se intenta matizar en contra de la herencia de los caracteres adquiridos, se olvida que los rasgos (anatómicos, fisiológicos y etológicos) no son sino adquisiciones que se van produciendo en el curso del desarrollo ontogénico (por tanto, «a lo largo de la vida de un individuo») por influencia del ambiente en el que se produce cada fase del desarrollo. La selección natural opera día a día y minuto a minuto, y no sólo lo hace sobre los adultos, sino sobre todas las formas de desarrollo.

7.5 DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGACIÓN PARALELO AL APRENDIZAJE DEL MODELO DE ADAPTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS SERES VIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, en este apartado se analiza el desarrollo de la competencia científica indagación paralelo al aprendizaje del modelo de adaptación biológica de los seres vivos por parte de las estudiantes. En los apartados anteriores se evidenció que los estudiantes participantes en el estudio plantearon e interpretaron cada una de las subcategorías de la competencia de indagación relacionados al modelo de adaptación biológica, donde se presentó una modificación o transiciones entre niveles 1 y 2 así como los modelos explicativos referentes al proceso adaptativo; sin embargo, no se ha descrito como es la relación entre estas dos categorías.

Las redes sistémicas se convierten en una forma esencial para establecer la relación entre las dos categorías de análisis; pues en ellas se observan los cambios que tienen los estudiantes en el uso de diferentes términos antes y después de la intervención didáctica. En sus modelos iniciales se evidencia el uso de algunos términos que emplean frecuentemente en su lenguaje cotidiano, por su parte en los modelos finales se aprecia ampliación del vocabulario que permitió una formulación más formal tanto de preguntas, hipótesis y posibles conclusiones; añadiendo la construcción en el aula de ideas iniciales o posibles cambios frente a temáticas como la herencia, la selección natural y la deriva; dando importancia a los conocimientos adquiridos de forma individual y colectiva por medio de la implementación de la unidad didáctica.

Además, con el análisis que se realizó de los instrumentos inicial y final se puede establecer una relación de cooperación, es decir que existe una disposición al tránsito inicial en el nivel de la competencia indagación a la par del modelo explicativo de la AB, por ejemplo, los participantes que se encontraban en N1 presentaba un modelo cotidiano u ontológico para explicar las adaptaciones biológicas; pero cuando fueron avanzando a modelos más científicos aumentó o se presentó una transición en su nivel de explicación. Por su parte se encontró el alumno E8 se ubicó en un nivel intermedio N2 sin llegar al nivel superior N3, pero sus declaraciones se sustentan desde el modelo evolutivo.

Lo expuesto anteriormente se puede observar a detalle en la tabla 45 donde E5 y E6 no cambiaron de nivel y el modelo cotidiano y ontológico persiste en las declaraciones; E1 mantuvo el nivel de indagación pero presentó una leve modificación en el modelo explicativo; E7 tuvo una transición a N2 sin ser contundente por ello se ubicó en N1-N2 y mantuvo su modelo explicativo desde la cotidianidad; por su parte en los participantes E2, E3, E4 se determina una tendencia a subir en el nivel de la competencia y las explicaciones desde el modelo evolutivo sin dejar arraigos del ontológico; esta propensión es más visible para E8, quien es la única participante que alcanzó el N2 y paso de explicaciones desde lo cotidiano y ontológico a explicaciones desde lo evolutivo, se podría entonces mencionar que se cumple en estos últimos estudiantes E2, E3, E4 y E8 la relación hallado en esta investigación.

Tabla 46. Comparación niveles y modelos explicativos iniciales y finales.

#E	Nii por Tendencia	Mei Por tendencia	Nif por Tendencia	Mef Por tendencia
E1	N1-N2	MC-ME	N1-N2	MC-MO
E2	N1-N2	MO	N2	MO-ME
E3	N1	MO	N1-N2	MO-ME
E4	N1	MC-MO	N1-N2	MO-ME
E5	N1	MC-MO	N1	MC-MO
E6	N1	MC-MO	N1	MC-MO
E7	N1	MC	N1-N2	MC
E8	N1	MC-MO	N2	ME

8 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos para esta investigación y a partir de los resultados obtenidos se consideran las siguientes conclusiones:

Se logró establecer una relación de cooperación, entre la competencia de indagación y el aprendizaje de los modelos de adaptación biológica; puesto que se pudo demostrar la disposición para incentivar el tránsito entre los primeros niveles de la competencia a medida que se incrementaba la comprensión de los modelos explicativos. Es así que 4 de los 8 estudiantes alcanzaron una transición desde el modelo cotidiano basado en sus presaberes y el finalismo natural (utilidad) que predominan en los discursos docentes y libros de texto a basar sus explicaciones a la luz del modelo ontogénico o evolutivo predominando el ontológico; este cambio se apoyó en la interiorización de nueva terminología científica y estructuración de aspectos de la competencia tales como la pregunta, objetivo, hipótesis y el análisis de la información. En este sentido se puede afirmar que el nivel indagatorio guarda relación con el modelo explicativo que utilizaron al momento de explicar fenómenos como adaptación al ambiente, cambio adaptativo individual/poblacional, finalismo natural y la herencia de manera científica.

Por su parte los otros 4 estudiantes que permanecieron en el N1 de la competencia y/o en el modelo cotidiano u ontológico demuestran lo complejo y resistente que es cambiar o modificar una idea arraigada en poco tiempo, puesto que debe ser un proceso de desequilibrio paulatino entre el conocimiento formado de la realidad con aquel abstracto de la ciencia formal; asimismo es importante reconocer que la población participante se encuentra en el desarrollo de las habilidades de la competencia de indagación a nivel de la básica primaria como se mostró en el capítulo 1.

La aplicación del instrumento de medición inicial permitió detectar que las estudiantes se ubicaron en nivel 1 en las subcategorías de la competencia de indagación y la mayoría de los participantes demostraron en sus declaraciones modelos explicativos cotidianos y ontológicos, que evidenciaron el uso de un lenguaje común en sus explicaciones sobre la adaptación biológica como también la falta de estructuración en sus respuestas.

Una vez realizada la intervención didáctica en el aula, los estudiantes lograron estructurar preguntas que podrían ser investigables, hipótesis que se relacionan y parten de un problema analizado previamente, asimismo tener diversas fuentes bibliográficas según su edad y escolaridad; de igual modo, la elección de especies de interés y de diferentes familias les permitió comprender que todos los individuos en algún momento de su historia biológica se enfrentaron a fuerzas internas y externas que conllevó a cambios fenotípicos y/o genotípicos. Este escenario didáctico representa un avance importante en el aprendizaje de los modelos explicativos de adaptación biológica de los seres vivos al ser considerado actualmente por autores como un obstáculo epistemológico puesto que las explicaciones se dan desde el conocimiento general y realidad; aun cuando los alumnos participantes no alcanzaron el nivel superior de la competencia e interiorizar el modelo evolutivo, se pudo observar una disposición al cambio de los modelos preexistentes y el vocabulario, contexto que les permitió ubicarse en niveles intermedios o en proceso de transición hacia estos.

9 RECOMENDACIONES

Como recomendaciones para esta investigación, se presentan las siguientes:

Incentivar la competencia científica de indagación desde los niveles escolares iniciales, dado que múltiples autores referencian la potencialidad de las habilidades científicas de los niños en edades tempranas al considerar “niño como un científico innato” asimismo estas van fortaleciendo en el ejercicio; aunque puede parecer complejo la puesta en el aula de los ámbitos de la competencia las adecuaciones de las intervenciones didácticas representan una vía para lograr un acercamiento genuino a la ciencia.

Analizar la posible relación entre la competencia y la metacognición; puesto que en la ejecución de la unidad didáctica en los momentos de trabajo individual y evaluación de este; se logró observar que los estudiantes tienden a identificar en que pueden mejorar sus explicaciones, así como retomar ideas de la socialización con sus pares; implicando inherentemente procesos de planificación, autorregulación y evaluación iniciales.

Para futuras investigaciones en los modelos explicativos de adaptación, sería conveniente abordar temáticas como: genética, habitat, clasificación taxonómica de modo que cuando se realicen las diferencias entre los modelos ontológicos y evolutivo permita una mayor comprensión para analizar la incidencia de estas claridades en sus declaraciones futuras.

Con respecto a la fase metodológica, se podría plantear un objetivo específico intermedio que permita analizar el desarrollo de la unidad didáctica, de forma que se obtenga una triada de información: inicial, durante y final permitiendo codificar, comparar y comprender los momentos planteados, así como evidenciar los posibles cambios o continuidades en las declaraciones de los participantes logrando una comprensión holística y detallada del estudio.

Concientizar a los estudiantes que las actividades de ampliación y que requieren una serie de actividades articuladas en varias clases, aunque no tengan una nota o se evalúen a través de un examen por escrito, no dejan de ser importantes ya que les permite desarrollar

diferentes habilidades del pensamiento y de esta manera mejorar sus procesos de comunicación tanto en espacios académicos como de su vida.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Alape, A. (23 de mayo de 1998). El aula que no pregunta. *El Espectador*.
- Álvarez Tamayo, Omar David ; Muñoz Oyola, Jorge Enrique. (2015). Desarrollo de los saberes específicos por medio del uso de las representaciones múltiples. *Perspectivas de investigación. Perspectivas de investigación*(10), 121-139.
- Álvarez Tamayo, Omar David ; Álvarez Tamayo, Catalina; Chica Lasso, Marco Fidel. (2017). Las representaciones múltiples como fundamento para la innovación en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles. *Metamorfosis. Revista del Centro Reina Sofía sobre Adolescencia y Juventud*(6), 110-129.
- Álvarez Tamayo, Omar David. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario Educativo: revista de la Facultad de Educación*, 27(62), 115-135.
- Andrade, A., Barreto Tovar, C., & Romero, Y. (2020). Planteamiento de hipótesis desde la transformación de la Práctica Pedagógica. *Revista Historia de la Educación Colombiana*, 24(24), 133-154. doi:<https://doi.org/10.22267/rhec.202424.76>
- Asghar , A., Wiles , J., & Alters , B. (2007). Canadian teacher trainees' conceptions of biological evolution and evolution education. *MCGILL JOURNAL OF EDUCATION* , 42(2), 189-210.
- Bachelard , G. (1976). *La Formación del Espíritu Científico. Contribución a un Psicoanálisis del Conocimiento Objetivo*. Siglo Veintiuno, editores, S.A.

- Bevins, S. P. (2016). Reconceptualización de la investigación en la educación científica. *Revista Internacional de Educación Científica*, 17-29.
- Bybee, R. (2004). Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education. *Scientific Inquiry and Science Teaching*, 1-14.
- Camacho, Hermelinda et al. (2008). LA INDAGACIÓN: UNA ESTRATEGIA INNOVADORA PARA EL APRENDIZAJE DE PROCESOS DE INVESTIGACIÓN. *Laurus*, 14(26), 284-306.
doi:<https://www.redalyc.org/pdf/761/76111491014.pdf>
- Caponi, G. (2021). Adaptación evolutiva y adaptación ontogenética: ¿la distinción es todavía sostenible? *Epistemología E Historia De La Ciencia*, 6(1), 48–68.
doi:<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/32838>
- Cazau, P. (2002). *Introducción a la investigación en Ciencias Sociales*. Lumen Humanitas.
- Chavés Mejía, G. A. (2020). Perfil conceptual sobre adaptación biológica en docentes de Biología: un estudio de caso. *Bio-grafía escritos sobre la biología y su enseñanza*, 13(25), 81-95. doi:<https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num25-10350>
- Ciro Aristizabal, C. (2012). *Aprendizaje basado en proyectos (A.B.Pr) como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media*. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Facultad de Ciencias. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11717>
- Coba Villa, T. L. (2021). *Fortalecimiento de la indagación como competencia científica en el área de ciencias naturales utilizando la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Sergio Ariza del municipio de*. Repositorio Universidad UNAB. Universidad Autónoma de Bucaramanga. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12749/14071>.

- Collantes de Laverde, B., & Escobar Melo, H. (2016). Desarrollo de la hipótesis como herramienta del pensamiento científico en contextos de aprendizaje en niños y niñas entre cuatro y ocho años de edad. *Psicogente* , 19(35), 77-97.
doi:<https://doi.org/10.17081/psico.19.35.1210>
- CORBETTA, P. (2003). *Social Research: Theory, Methods and Techniques*. California: Sage Publications. doi:<https://doi.org/10.4135/9781849209922>
- Crujeiras Pérez, B., & 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), 120101-120109.
doi:<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i1.1201>
- Culclasure, B., Longest, K., & Terry, T. (2019). Project-Based Learning (Pjbl) in Three Southeastern Public Schools: Academic, Behavioral, and Social-Emotional Outcomes. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(2).
doi:<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1842>
- Darwin, C. (1997). *El Origen de las Especies*. México, D. F.: UNAM.
- Domènech-Casal, J. (2014). Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas por ordenador. *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*(76), 17-27.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2001). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento* (2 ed.). México: Fondo de Cultura Económica.

- Emmons, N., Smith, H., & Kelemen, D. (2016). Changing Minds With the Story of Adaptation: Strategies for Teaching Young Children About Natural Selection. *Early Education and Development*, 27(8), 1205–1221.
doi:10.1080/10409289.2016.1169823.
- Endreny, A. (2006). Children's ideas about animal adaptations: An action research project. *Journal of Elementary Science Education*, 18(1), 33-42.
- Evans, E. (2008). *Conceptual Change and Evolutionary Biology: A Developmental Analysis*. Vosniadou S (ed) International handbook of conceptual change research. Routledge.
- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., & Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- FURMAN, M. (2008). CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA: COLOCANDO LAS PIEDRAS FUNDAMENTALES DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO. *IV foro Latinoamericano de Educación* (págs. 1-22). Fundación Santillana.
- Gándara Gómez, M., Gil Quílez, M., & Sanmartí Puig, N. (2002). Del modelo científico de «adaptación biológica» al modelo de “adaptación biológica” en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(2), 303-314.
doi:<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21814>
- García Castro, Giovanni; Ruiz Ortega, Francisco Javier. (2017). Modelos explicativos de Infarto Agudo del Miocardio y su relación con el ABP. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De investigación Y Experiencias didácticas*(Extra), 4413-4419.

- García González, S., & Furman, M. (2014). CATEGORIZACIÓN DE PREGUNTAS FORMULADAS ANTES Y DESPUÉS DE LA ENSEÑANZA POR INDAGACIÓN. *Praxis & Saber*, 5(10), 75-91.
- German Domingo, A. (2009). LOS SIGNIFICADOS DE LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA Evolución. *Revista Innovación y Ciencia*(16), 33-39.
- Gómez, S. P. (2013). *El pensamiento científico: la incorporación de la indagación guiada a los proyectos de aula*. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.
- González Galli , L., & Meinardi , E. (2017). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes universitarios de biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 435-449.
- GONZÁLEZ GALLI, L., ADÚRIZ-BRAVO, A., & MEINARDI, E. (2005). El modelo cognitivo de ciencia y los obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica. *Enseñanza de las ciencias*, 1-6. Obtenido de <https://ddd.uab.cat/record/70104>
- Gonzalez Galli, L., Revel Chion, A., & Meinardi, E. (2008). Actividades centradas en obstáculos para enseñar el modelo de evolución por selección natural. *Revista De Educación En Biología*, 11(1), 52-58. doi:doi.org/10.59524/2344-9225.v11.n1.23107
- González Rey, F. L. (2000). *Investigación cualitativa en psicología : rumbos y desafíos*. México: Internacional Thomson Editores, S. A.
- Gutierrez, R. (2005). POLISEMIA ACTUAL DEL CONCEPTO “MODELO MENTAL”. CONSECUENCIAS PARA LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA. *Investigações em Ensino de Ciências* , 10(2), 209-226.
- Hernández Neira, A. P. (2016). *Indagación guiada, estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de 5° grado de primaria*.

Repositorio Universidad UNAB. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12749/2723>.

ICFES. (2015). *Lineamientos generales para la presentación de examen de estado Saber 11*. Bogotá, D.C.: Mineducación.

ICFES. (2020). *Informe Nacional de Resultados para Colombia PISA 2018*. Bogotá D.C.,: Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Obtenido de https://www2.icfes.gov.co/documents/39286/1125661/Informe_nacional_resultados_PISA_2018.pdf/4c66530f-027e-696a-81da-be6e5108e5e9?version=1.0&t=1646970884580

ICFES. (2020). *MARCO DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN, ICFES 2020*. Bogotá, D. C.: Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes).

ICFES. (2022). *Guía de interpretación de resultados 2022*. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).

ICFES. (2022). *Guía de orientación* . El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES.

Iturbe Acosta, U. (2010). Adaptaciones y adaptación biológica, revisadas. *Evolución*, 5, 5-12.

Jaimes Flórez, J. A. (2017). *Fortalecimiento de la competencia de indagación en ciencias naturales en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa la Medalla Milagrosa a través de la estrategia aprendizaje basado en proyectos*. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12749/2343>

Jalinus, N., Nabawi, R., & Mardin, A. (2017). The Seven Steps of Project Based Learning Model to Enhance Productive Competences of Vocational Students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 102, 251-256.

- Larsson, I., Staland-Nyman, C., Svedberg, P., & Nygren, J. (2018). Children and young people's participation in developing interventions in health and well-being: A scoping review. *BMC Health Services Research*, 18, 1-20.
doi:<https://doi.org/10.1186/s12913-018-3219-2>
- Lloréns, J., & De Jaime Lorén, M. (1995). La producción de textos escritos en el aprendizaje de las ciencias. Bases para un programa de investigación. *Comunicación Lenguaje y Educación*, 113-132. doi:10.1174/021470395321340484
- López Gómez, E. (2016). EN TORNO AL CONCEPTO DE COMPETENCIA: UN ANÁLISIS DE FUENTES. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 20(1), 311-322.
- López, A. M., Orrego, M., & Tamayo, Ó. E. (2017). Modelos explicativos y su relación con las concepciones alternativas de estudiantes universitarios sobre inmunología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(número extraordinario), 1049-1057.
- López, S., Veit, E., & Solano Araujo, I. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: una evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência y Educação*, 20(1), 117-132. . doi:<https://doi.org/10.1590/1516-731320140010007>
- Maldonado Pérez, M. (2008). APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COLABORATIVOS. Una experiencia en educacion superior. *Laurus*, 14(28), 158-180.
- Medina, A. (2009). Fundamentación de las competencias discentes y docentes. *Formación y desarrollo de la competencias básicas*, 11-44.
- Mejía Jiménez, M. R. (2015). LA EDUCACIÓN POPULAR EN EL SIGLO XXI. UNA RESISTENCIA INTERCULTURAL DESDE EL SUR Y DESDE ABAJO. *Praxis & Saber*, 12(6), 97-128.

- MEN. (1998). *Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogota D.C: Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- MEN. (1998). *Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogota D.C: Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- MEN. (2005). PROGRAMAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS. *Revolución Educativa* (págs. 3-49). Bogota. D.C: MEN.
- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2020). *INFORME DE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO*. Bogotá, D.C. Obtenido de https://diae.mineduacion.gov.co/dia_e/documentos/168081000571.pdf
- MEN. (2022). *Programa Todos a Aprender del Ministerio de Educación Nacional (Colombia): nota técnica*. . Ministerio de Educación Nacional .
- Mengascini, Adriana ; Menegaz, Adriana. (2005). El juego de las mariposas. Propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(5).
- Moore, R. (2007). WHAT ARE STUDENTS TAUGHT ABOUT EVOLUTION? *MCGILL JOURNAL OF EDUCATION* , 42(2), 177-188.
- Mora Zamora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 3(5), 75-89.

- Muñoz Burbano, Z. (2015). Formación de un espíritu científico en educación básica desde la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Tendencias*, 16(1), 147-158.
doi:<https://doi.org/10.22267/rtend.151601.37>
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press.
- Navas, R. (2020). Breve historia del cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia. *Revista de Psicología*, 19(1), 222-228. doi:10.24215/2422572Xe044
- Nehm, R., & Schonfeld, E. (2008). Does biology teachers' increased knowledge of evolution and the nature of science lead to an increased preference for teaching evolution in schools? *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 699-723.
doi:10.1007/s10972-007-9062-7
- Nizwardi, J., Rahmat , A., & Aznil , M. (2017). The Seven Steps of Project Based Learning Model to Enhance Productive Competences of Vocational Students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 12, 251-256.
- OCDE. (2005). *Definition and Selection of competencies*. Obtenido de Executive Summary [version electrónica]: [https:// www.pisa.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf](https://www.pisa.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf)
- OCDE. (2006). *INFORME ESPAÑOL PISA 2006*. Madrid: Estilo Estugraf Impresores, S.L.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
doi:<https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>.

- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. Paris: OECD Publishing. doi:<https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Orrego Cardozo , M., Tamayo Alzate, O., & López Rua, A. (2012). Modelos mentales y obstáculos en el aprendizaje de estudiantes universitarios sobre el sistema inmune. *Revista EDUCyT*, 6, 88-102.
- Otero, M., & Banks–Leite, L. (2006). Modelos mentales y modelos numéricos: un estudio descriptivo en la enseñanza media. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 9(1), 151-178.
- Padilla, K., & Reyes-cárdenas, F. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. Educación Química. *Educación Química*, 23(4), 415-421.
- Pariona Tarqui, H. (2015). *Aprendizaje del área ciencia, tecnología y ambiente basada en indagación científica en los estudiantes del tercer grado nivel secundaria de la institución' educativa "San Ramón", distrito de Ayacucho*. Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1233/1/TM%20EE26_Par.pdf
- Pérez Gómez, Á. (2011). CAPÍTULO II. ¿Competencias o pensamiento práctico? La construcción de los significados de representación y de acción. *Sinéctica*(36), 59-64.
- Podestá , M., & Furman., M. (2010). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Serie el abecé de.
- POZO , J., & GÓMEZ CRESPO, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencias del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata, S.L.
- PTA . (2022). *Reporte histórico*. Bogotá. D.C: Evaluar para Avanzar.

- Puche Navarro, R. (2003). *El niño que piensa y vuelve a pensar*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Quintanilla, M. (2005). Competencias Científicas. Identificación y caracterización de competencias científicas en el aula, ¿qué cambia en la enseñanza y en los nuevos modelos de conocimiento? *Foro Educativo Nacional* (págs. 2-47). Bogotá, D.C: Ministerio de Educación.
- RAE. (2001). *Diccionario de la Lengua Española Tomo I*. Madrid: Espasa–Calpe.
- Reeve, H., & Sherman, P. (1993). Adaptation and the goals of evolutionary research. *The Quarterly Review of Biology*, 1(68), 1-32.
- Roca Tort, M., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de Los aLumnos: una propuesta de anáLisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(31), 95-114.
- Rychen, D., & Tiana, A. (2004). *Developing key competencies in education: some lessons from international and national experience*. Unesco: Publishing/IBE.
- Sanmarti Puig, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de Ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*(12), 51-61.
- Sanmartí, N. (2007). *Ideas clave*. Barcelona: Editorial GRAÓ. Obtenido de https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/607023/mod_resource/content/3/2.%2010_ideas_clave_evaluar_para_aprender%20Neus%20Sanmarti.pdf
- Sanmiguel Arismendy, O. L. (2016). *Estrategias pedagógicas para el fortalecimiento de la competencia de indagación en el área de ciencias naturales y educación ambiental en los estudiantes del grado nueve dos del Colegio Facundo Navas Mantilla*. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12749/2217>.

- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., 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*, 46(6), 632-654. doi:<https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Shtulman, A., Neal, C., & Lindquist, G. (2016). Children's Ability to Learn Evolutionary Explanations for Biological Adaptation. *Early Education and Development*, 27(8), 1222–1236. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10409289.2016.1154418>
- Sober, E. (1984). *The Nature of Selection Evolutionary Theory in Philosophical Focus*. Chicago: Chicago University Press.
- Tamayo Alzate, Ó. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 37-49.
- Tamir, P., Nussinovitz, R., & Friedler, Y. (1982). The development and use of a Practical Test Assessment Inventory. *Journal of Biological Education*(16), 42–50.
- Tinto Arandes, J. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de orig. *Provincia*(29), 135-173.
- Trillos Peña, C. (2017). La pregunta, eje de la investigación. Un reto para el investigador. *Revista Ciencias de la Salud*, 15(3), 309-312.
- Tunnicliffe, S. (1998). Boy talk/girl talk: is it the same at animal exhibits? *International journal of science education*, 20(7), 795-811.
- UNESCO. (2007). *Oficina Internacional de educación*. Obtenido de Enfoque por competencias.: ibe.unesco.org/es/temas/enfoque-por-competencias

Ursini, S., & Trigueros, M. (2006). ¿Mejora la comprensión del concepto de variable cuando los estudiantes cursan matemáticas avanzadas? *Educación Matemática*, 18(3), 5-38.

Vanegas Cardona, M. (2019). *LA INDAGACIÓN: UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA A PARTIR DE LOS ALIMENTOS Y LA NUTRICIÓN*. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional – Universidad de Antioquia.

Vasco, C. E. (2003). Objetivos específicos, indicadores de logros y competencias; y ahora estándares. *Educación y cultura*, 62, 33-41.



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

ANEXO 1 CONSIDERACIONES ÉTICAS

ANEXO 1.

Yo _____, acudiente del estudiante:
_____ de _____ años de edad, acepto de manera voluntaria que
él/ella se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: “Relación
entre el desarrollo de la competencia científica indagación y el aprendizaje del modelo de
adaptación biológica de los seres vivos mediante la implementación del ABP”, luego de haber
conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera
y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

- La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.
- El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.
- Si en los resultados de la participación del alumno se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable

Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del participante: _____

Firma: _____

Número de cédula: _____

Huella índice derecho:

Nombre y firma de quien proporcionó la información para fines de consentimiento.

TESTIGOS

Nombre: Diana Patricia Arciniegas Gutierrez

Fecha: _____

HUELLA

ANEXO 2 INSTRUMENTO



INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002
NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



INSTRUMENTO INICIAL

Introducción

Imagina que todos los seres de una misma especie fuésemos iguales, no sería interesante el mundo. A Continuación, encontrarás una situación, te invito a leerla y responder a las preguntas que se plantean. Este instrumento no tiene un carácter evaluativo, ni asignación de una nota en el área; su finalidad es abordar aspectos relacionados a la competencia indagación y la adaptación biológica. En consecuencia, te invito a responder de manera clara cada uno de los cuestionamientos partiendo de la situación que se describe.

Objetivo:

Identificar los niveles de la competencia científica indagación y los modelos explicativos iniciales de adaptación biológica de los seres vivos que tienen los estudiantes

IGUALES PERO DISTINTAS

Hoy durante la salida pedagógica con el grupo del grado quinto 01 al Museo del Petróleo del municipio de Barrancabermeja, los estudiantes observaron durante su recorrido y en el museo, múltiples iguanas que habitan en el sector, las cuales son llamativas por sus escamas, gran tamaño y su coloración verdosa; durante el recorrido surgió una pequeña discusión entre los estudiantes acerca que si todas las iguanas en la Tierra eran iguales. A lo que Mario un estudiante respondió: “¡claro que sí, todas son iguanas!”; sin embargo, Lucia no quedó muy convencida de esta afirmación y decidió preguntarle a la maestra, la cual aprovechando el interés y les pidió que consultaran en diferentes fuentes bibliográficas acerca de esta inquietud y trajeran la información para compartirla en la siguiente clase. Es así que a siguiente clase Lucia llegó con la siguiente información:

EL ÚNICO LAGARTO MARINO DEL MUNDO

La iguana marina se separó de su antepasado hace aproximadamente 5,7 millones de años, por lo que ha tenido tiempo de desarrollar evolutiva y adecuadamente esas características que la distinguen de cualquier otro lagarto del mundo. Una vez que la iguana marina se dio cuenta de que había una fuente de alimento lista y abundante en el fondo del océano, evolucionó para explotarla mejor. Su **cola aplanada** sirve como timón, propulsándola por debajo de la



superficie del océano para alimentarse de las algas que crecen en las rocas. Sus largas garras le permiten aferrarse a las rocas en el fondo del océano mientras raspa las algas con sus dientes afilados y su **nariz chata**. De hecho, estos lagartos se han adaptado tan bien a su entorno marino que son capaces de permanecer bajo el agua hasta una hora, aunque sus inmersiones no suelen superar los cinco o diez minutos.



Sorprendentemente, las iguanas marinas de las Galápagos no solo han evolucionado para convertirse en nadadoras espectaculares, sino también para lidiar con las aguas saladas y frías donde se alimentan. Como todos los reptiles, las iguanas son de sangre fría y, por lo tanto, no pueden regular su temperatura corporal. Debido a esto, las iguanas deben exponerse al sol para elevar su temperatura corporal a 36°C antes de entrar al agua para alimentarse, ya que pueden perder hasta 10°C por inmersión. Por lo tanto, su coloración oscura es clave para su salud y les permite absorber más luz solar. Por otro lado, debido al alto consumo de sal de sus alimentos, han desarrollado un mecanismo intrigante para expulsar sal de sus cuerpos. Glándulas especiales unidas a sus fosas nasales eliminan los altos niveles de sal de su torrente sanguíneo, que luego el lagarto puede estornudar. Como resultado, las iguanas que estornudan son algo común en las Galápagos.

Tomado: <https://acortar.link/PjHA5I>

- 1) A partir de la información que compartió Lucia en el salón ¿qué otras preguntas crees que surgieron en la clase?

2) ¿Por qué crees que a pesar de que estos dos organismos tienen un ancestro en común, son tan diferentes?

	
Iguana marina (<i>Amblyrhynchus cristatus</i>)	<i>Iguana iguana iguana</i>

3) Además del olor, los machos usan colores brillantes en su piel para atraer a las hembras. Si actualmente existe un número similar de machos con escamas oscuras y escamas coloridas ¿qué crees que pasará con la población de iguanas en los próximos 100 años?

- 4) ¿Qué sucedería si algún turista trajera como mascotas una pareja de iguanas marinas a la ciudad y estas se escaparán hacia zonas rurales?

- 5) En los últimos años, los expertos en las islas han observado que las iguanas empezaron a comer saltamontes, crustáceos y vegetación terrestre para sobrevivir durante eventos de fuertes sequías o lluvias. ¿Por qué crees que tuvieron que modificar su dieta?

- 6) Observa las imágenes de la iguana marina y la iguana terrestre y menciona que factores abióticos y bióticos influyen en las diferencias entre estos dos organismos

	
iguana común (<i>Iguana iguana</i>)	iguana marina (<i>Amblyrhynchus cristatus</i>)

- 7) Imagina las características de un ecosistema desértico: cómo es el paisaje, el suelo, la temperatura, etc. Ahora dibuja un animal que pueda vivir allí; recuerda este debe ser capaz de conseguir alimento, agua, refugio, etc. Escribe debajo todas las características que tuviste en cuenta para diseñarlo

8) Si algún otro compañero de clases tiene la misma inquietud de si todos los organismos de la misma familia son iguales, ¿En dónde le aconsejarías que realice su búsqueda?

9) Si Lucia y sus amigos quisieran informarse más sobre las condiciones, características y hábitat de esta especie ¿Dónde le sugerías que buscaran?

10) ¿Qué conclusiones crees sacaron los estudiantes al terminar la clase?

ANEXO 3 UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 1



INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002
NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



- **Objetivo:** explicar a las estudiantes que es la adaptación biológica y los modelos explicativos que la abordan conceptualmente (modelo ontológico y evolutivo); así como proponer algunos ejemplos de cada modelo de adaptación biológica
- **Concepto para trabajar:**
 - ✓ Adaptación biológica
 - ✓ Modelo de adaptación ontogenética o fisiológicas
 - ✓ Modelo de adaptación evolutiva
- **Actividad de evaluación:** elaboración de un paralelo donde se establezcan diferencias conceptuales entre los modelos desde sus subcategorías
- **Tiempo estimado:** 1:50 hora clase (75 minutos cada sesión)
- **Introducción:**

La adaptación biológica es un concepto que se vincula estrechamente con la comprensión en cómo evolucionan las especies a las condiciones ambientales, comportamentales, genéticas y antropológicas que experimentó y experimenta el mundo. De allí la importancia de reconocer que la adaptación biológica se describe desde las modificaciones momentáneas y necesarias en una situación específica a cambios perdurables y observables en el linaje de las especies. A continuación, se presenta la definición de los modelos explicativos de la adaptación biológica

- **Descripción:**

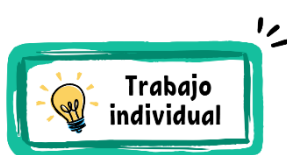
Se presentará a los estudiantes dos videos acerca de la adaptación biológica y su importancia para la evolución

Video 1: <https://www.youtube.com/watch?V=4fhzal6mugc>

Video 2: https://www.youtube.com/watch?V=h12_vneqnfs

Seguidamente, por medio de una presentación en power point se abordan a profundidad los modelos explicativos de la adaptación biológica ontológico y evolutivo desde sus subcategorías, ampliando a través de ejemplos cada una.

- ❖ Adaptación al ambiente
- ❖ Finalismo natural
- ❖ Cambio individual adaptativo/poblacional
- ❖ Herencia



Como pudiste observar los seres vivos somos cambiantes, expuestos a fuerzas biológicas como la selección natural, deriva genética, cambios antropológicos entre otras; por tanto, te invito a escribir las ideas que has construido o reforzado acerca de los modelos explicativos en el siguiente paralelo, también puedes escribir ejemplos y aquellas explicaciones que aún no te han quedado muy claras

Paralelo modelos explicativos de la adaptación biológica

	Modelo ontogénico	Modelo evolutivo
Ideas		
Ejemplos		
¿Qué puedo concluir?		
¿Qué inquietudes o dudas aún tengo?		

ANEXO 4 UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 2



INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002
NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



- **Objetivo:**
 - ✚ Selección del caso de adaptación biológica a estudiar durante la unidad didáctica
 - ✚ Organización de los equipos de trabajo y el establecimiento de tareas para alcanzar el objetivo final del proyecto
 - ✚ Elaboración de preguntas investigables a partir del caso de adaptación biológica elegido
- **Tema:** formando equipos de trabajo y planteando preguntas
- **Subcategoría de la competencia científica indagación:**
 - ✓ Planteamiento de preguntas investigables
 - ✓ Identificación del problema investigable
- **Actividad de evaluación:** entrega del problema y pregunta investigable de forma individual y por equipos
- **Tiempo estimado:** 1:50
- **Descripción:**

Iniciaremos con la presentación de power point acerca de que es una pregunta investigable, sus características, construcción y evaluación según autores y el programa ondas. Una vez establecidas los parámetros que hacen a una pregunta investigable, elige uno de los siguientes organismos que han tenido procesos evolutivos y que serán tu unidad de análisis durante el desarrollo de la unidad didáctica

Organismos propuestos

1. La mariposa de los abedules (*biston betularia*)
2. Tribu bajau
3. Oso polar (*ursus maritimus*)

4. Camaleón (*chamaeleo chamaeleon*)



Una vez elegido el organismo de interés, lee detenidamente la información que se presenta acerca de tu especie y luego planea una pregunta acerca de esta, ten presente las características de una buena pregunta

Ahora revisa que problema tú puedes analizar de la información que se presenta, escríbelo a continuación



Ya has planteado tu pregunta y el posible problema, evalúa tu trabajo antes de compartirlas con tu grupo. Lee los criterios y marca con una x si se cumple o no el criterio

Criterios	Si	No
• Tu pregunta inicia con una expresión interrogativa ¿qué? ¿cómo? ¿de qué forma?		
• Tu pregunta se puede resolver con un no o un si		
• Tu pregunta es factible, interesante, novedosa, ética y relevante		
• Tu pregunta apunta a la especie que estas estudiando		
• El problema se relaciona con la pregunta		
• El problema se puede investigar, es decir profundizar con diferentes fuentes de información		

¿Tu pregunta o problema se podrían mejorar?, si es el caso escríbela a continuación



Ahora que ya tienes tu pregunta y problema individual reúnete con tus compañeros de proyecto, luego cada uno de los integrantes leerá su pregunta y el problema que identificó; posteriormente en conjunto elijan una pregunta y el problema que sea investigable y escríbela a continuación

Pregunta:

Problema:



ANEXO 5 UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 3

INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002
NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



- **Objetivo:**
 - ✚ Estructurar una hipótesis individual y colectiva que brinde suposición o posible explicación a la adaptación del organismo objeto de estudio
 - ✚ Identificar las variables bióticas y abióticas que influyen en la adaptación del organismo objeto de estudio
- **Tema: escribo mi hipótesis e identifico las variables**
- **Subcategoría de la competencia científica indagación:**
 - ✓ Identificación de variables
 - ✓ Planteamiento de hipótesis
- **Actividad de evaluación:** identificación de las variables y el planteamiento de la hipótesis individual y colectiva
- **Tiempo estimado:** 1:50 hora de clase
- **Descripción:**

Observa con atención el siguiente video sobre que es una hipótesis y como se construyen
video 1: <https://www.youtube.com/watch?V=yyu9iulox4a>. Luego vamos a socializar a través de una presentación en power point como se identifican variables y se elaboran las hipótesis, reforzando lo visto en el video.



Ahora que sabes que es una variable específicamente en la adaptación biológica y que es una hipótesis, aventúrate a identificar las variables que inciden en el problema de investigación que determinaste en la actividad anterior y una posible hipótesis que dé respuesta al mismo.

¿Qué variables bióticas o abióticas consideras que influyen en el problema investigable que planteaste anteriormente?, escríbelas a continuación

Factores bióticos

Factores bióticos:
que poseen vida

Factores abióticos

Factores abióticos:
que carecen de vida

Ahora que identificaste las variables en tu problema, escribe una posible hipótesis al mismo



En este momento reflexiona sobre tu trabajo, evalúa tus variables e hipótesis antes de compartirlas con tu grupo. Lee los criterios y marca con una x si se cumple o no el criterio

Criterios	Si	No
• Las variables que identifique guardan relación con el problema y la especie que estudio		
• Las variables son claras y se categorizan adecuadamente		
• Puedo explicar la relación de cada variable con el problema de investigación		
• Mi hipótesis se relaciona con el problema de investigación		



En equipos compartan las variables que identificaron y la hipótesis que cada uno planteo, después en consenso definan las variables y formulen una hipótesis conjunta. Escríbela a continuación

Factores bióticos

Factores bióticos:
que poseen vida

Factores abióticos

Factores abióticos:
que carecen de vida

Hipótesis: _____



ANEXO 6 UNIDAD DIDÁCTICA Actividad 4

INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002

NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



- **Objetivo:**
 - Identificar diversas fuentes de información (física, digitales, revistas científicas, buscadores académicos)
 - Organizar la información recolectada de manera clara, precisa y pertinente para el análisis de la situación de adaptación
- **Tema: recolecto y proceso la información de mi proyecto**
- **Subcategoría de la competencia científica indagación:**
 - ✓ Recolección y procesamiento de información recopilada
- **Categoría modelos explicativos de la adaptación biológica:**
 - ✓ Análisis de los casos de adaptación biológica
- **Actividad de evaluación:** diligenciamiento del cuadro de fuentes bibliográficas
- **Tiempo estimado:** 1:50 cada sesión
- **Descripción:**

Visualiza el siguiente video sobre qué es y cuales son fuentes de información

Video 1: <https://www.youtube.com/watch?V=ve77y1o8dwy>



Luego observa y visita los buscadores que el docente se muestra para obtener información en línea sobre el problema de investigación que planteaste en la actividad 2. Cuando ingreses en cada buscador utilizando palabras claves, lectura rápida del resumen de cada artículo y pagina que visites

Una vez hallas ingresado y verificado que la información de esta fuente es pertinente para tu proyecto, te invito a completar la siguiente tabla

	Autor (es) y título del texto	Aspectos teóricos abordados	Referencia
Adaptación de la especie objeto de estudio	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		



Ahora que has completado la tabla de búsqueda en diversas fuentes de información, analiza tu trabajo.

criterio

Lee los criterios y marca con una x si se cumple o no el

Criterios	Si	No
• Consulte en varias fuentes de información		
• Realice la lectura de cada uno de los documentos que consulte		
• Los documentos se relacionan y pretenden dar respuesta al problema de investigación		
• Considero que la información consultada me ayuda a corroborar la hipótesis		
• Tuve en cuenta en mi búsqueda las variables que identifiqué		

ANEXO 7 UNIDAD DIDÁCTICA Actividades 5 y 6



INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002
NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



- **Objetivo:**
 - ✚ Formular posibles conclusiones al proyecto escolar desarrollado dando respuesta la pregunta investigativa planteada en la sección 5
- **Tema:** analisis y concluyo
- **Subcategoría de la competencia científica indagación:**
 - ✓ Análisis de la información
 - ✓ Elaboración de Conclusiones
- **Categoría modelos explicativos de la adaptación biológica:**
 - ✓ Análisis de los casos de adaptación biológica
- **Actividad de evaluación:**
 - ✓ Explicación del modelo de adaptación biológica según el organismo de estudio
 - ✓ Elaboración de conclusiones del proyecto escolar
- **Tiempo estimado: 1:50**
- **Actividad 5**
- **Descripción:**



Como ya has organizado y profundizado sobre tu especie de estudio, las variables y la posible explicación que esbozaste; te invito a analizar qué tipo de modelo explicativo que experimentó o experimenta tu organismo



Ahora que, ya que has planteado tu explicación sobre el modelo de adaptación, evalúala antes de socializarla con tus compañeros. Lee los criterios y marca con una x si se cumple o no el criterio

Criterios	Si	No
• Tu explicación da respuesta a la pregunta investigable		
• Tu análisis se basa en los modelos explicativos que se abordaron en la actividad 1		
• Si algún compañero leyera tu análisis, consideras que lo entendería		
• Tuviste en cuenta la información que consultaste en la actividad 4		
• En el análisis se presentan argumentos de autoridad, datos estadísticos e investigaciones		

Con lo anterior, ¿tu análisis se podría reescribir? Anímate a escribirlo

Actividad 6

Te invito a observar la siguiente infografía sobre que es una conclusión, características, propósito y tips sobre como elaborarla; así como observa siguiente video

<https://www.youtube.com/watch?V=4rsgnth5l9u>



Luego escribe una conclusión sobre todo el desarrollo del proyecto escolar, apuntando a resolver la pregunta investigativa que se estructuro en grupo en la actividad 2, así como las variables que se establecieron y el marco conceptual de las fuentes consultadas.



Antes de socializar tu conclusión, te invito a releerla y revisarla.
Lee los criterios y marca con una x si se cumple o no el criterio

Criterios	Si	No
• En mi conclusión respondo la pregunta investigable		

• Considero que mi conclusión es clara y concisa		
• Mi conclusión se relaciona con el problema investigado		
• La conclusión se deja claridad del modelo explicativo de adaptación biológica		

Con lo anterior, ¿le cambiarías o adicionarías algo a tu conclusión? Anímate a reescribirla



Reúne a tu equipo de trabajo, primero cada miembro lea su análisis y conclusión; para organizar una conclusión colectiva a partir de los aportes individuales, escríbela a continuación

ANEXO 8 UNIDAD DIDÁCTICA Actividades 7 y 8



INSTITUCIÓN EDUCATIVA INSTITUTO TÉCNICO SUPERIOR INDUSTRIAL

Resolución de integración No. 12520 de octubre 28 de 2002
NIT 890270004-8 DANE No. 168081000571



- **Objetivo:**
 - ✚ Evidenciar los cambios en los niveles de la competencia científica y modelos explicativos de las estudiantes después del desarrollo de las diferentes actividades.
- **Tema: divulgo y evaluó mi proyecto escolar**
- **Conceptos para trabajar:**
 - ✓ Estructura del proyecto escolar
 - ✓ Diseño de diapositivas
 - ✓ Modelos explicativos de adaptación biológica
- **Actividad de evaluación:**
 - ✓ Socialización del proyecto escolar ante sus pares
 - ✓ Rejilla de auto y coevaluación
- **Tiempo estimado:**
 - ✓ 1 hora actividad 7
 - ✓ 40 minutos actividad 8
- **Descripción:**

Actividad 7



En equipos van a determinar la mejor manera de socializar su proyecto escolar a los compañeros, abordando todas las fases realizadas en las actividades anteriores; ten presente:

- ✓ Todos los integrantes deben participar en la socialización
- ✓ Cumplir con el tiempo asignado para cada grupo
- ✓ La información que se brinde debe ser clara y precisa

- ✓ La estrategia de socialización puede ser: presentación en power point, cartel o un afiche (ten presente la estructura y los parámetros para cada tipo de estrategia)

Escribe a continuación que estrategia eligieron y cuáles fueron los acuerdos a los que el grupo llegó:

Actividad 8

Una vez socializadas todos los proyectos escolares, te invito a evaluar tu proceso y el de tu grupo de trabajo



Lee detenidamente los criterios de evaluación y marca con una X según tu nivel de compromiso y participación

Criterio	Siempre	Algunas veces	Nunca
• Desarrolle cada una de las actividades propuestas en la guía de forma completa y según lo requerido			
• Las preguntas, hipótesis, variables y conclusiones mantuvieron relación con el problema de investigación			
• Mantuve mi motivación durante todo el desarrollo de la unidad didáctica			

• Reescribí mis preguntas, variables, hipótesis, análisis o conclusión cuando observé que debía mejorarla			
• Mi participación en el grupo de trabajo fue respetuosa, activa y colaborativa			
• Considero que puedo explicar los modelos explicativos y emplearlos en un ejemplo			



En este momento reúnete con tu equipo de trabajo y en conjunto analicen su proceso, para ello marca con una X según corresponda

Criterio	Siempre	Algunas veces	Nunca
• Se desarrollo las actividades propuestas en la guía de forma completa y según lo requerido bajo el conceso de los miembros del equipo			
• Las preguntas, hipótesis, variables y conclusiones mantuvieron relación con el problema de investigación			
• En el grupo se mantuvo el orden, planificación, respeto y la escucha			
• Las actividades entregables fueron claras, respondieron a lo requerido y fueron coherentes durante toda la unidad didáctica			
• La estrategia de socialización fue pertinente			
• Se brindo respuesta a la pregunta investigable y esta quedo plasmada en la conclusión			