



Fortalecimiento de la Indagación a partir de la Estrategia de Enseñanza, Modelo y Modelización de la Temática Expresión del Material Genético con Estudiantes del Grado Décimo de la I.E.M. Cundinamarca

Strengthening the Inquiry from the Teaching Strategy Model and Modeling of the Thematic Expression of Genetic Material with Students of Tenth Grade of the I.E.M. Cundinamarca

Santiago Páez Avendaño¹, Iris García², Adriana Acevedo³

Fecha de recepción: 1 de febrero de 2021

Fecha de aprobación: 10 de junio de 2022

Resumen

El presente documento responde a la experiencia investigativa adelantada en la Práctica Pedagógica I de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana, desarrollada en la Institución Educativa Municipal Cundinamarca en el municipio de Zipaquirá, Colombia. La Institución en mención se caracteriza por orientar su ejercicio pedagógico desde el enfoque de la Enseñanza para la Comprensión (EpC) enmarcado en el modelo pedagógico constructivista, elementos de gran fuerza para el desarrollo de este proceso. El objetivo de esta intervención fue fomentar en los estudiantes de grado décimo la formulación de preguntas a partir de la estrategia didáctica: modelo y modelización, desde los elementos conceptuales concernientes a genética.

Desde el marco metodológico, se resalta que esta experiencia investigativa se desarrolló desde a la Investigación Acción Pedagógica (Elliot, 1990) y tuvo lugar a dos ciclos de reflexión constituidos por Planeación, Implementación, Evaluación y Reflexión. En este proceso se analizan tres elementos de gran relevancia: Modelo Científico Escolar de Arribo como estrategia de

¹ Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales, Facultad de Educación, Universidad de La Sabana. santiagopaav@unisabana.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-6381-7120>

² Licenciada en Biología U. Pedagógica Nacional. Magister en Pedagogía U. Sabana. Docente de ciencias naturales y educación ambiental Institución Educativa Municipal Cundinamarca. irisbgv@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-7547-126X>

³ Magister en Pedagogía, Profesora Cátedra Práctica Pedagógica I, Facultad de Educación, Universidad de La Sabana, Chía, Colombia, Profesora Colegio José Acevedo y Gómez IE, Bogotá, Colombia. adrianaacean@unisabana.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-4364-5111>

enseñanza y su impacto en la indagación como proceso de pensamiento científico e inmerso a estos los ejes conceptuales relacionados con “Genética”; para este ejercicio se llevó a cabo un análisis riguroso y sistemático de las evidencias recolectadas, las cuales que permitieron identificar los alcances y resultados de la práctica pedagógica del profesor en formación.

Un aspecto relevante en esta práctica pedagógica, se desarrolló desde la virtualidad; debido a la emergencia sanitaria causada por el COVID-19, los espacios académicos se trasladaron a encuentros remotos por la plataforma Google Meet y apoyo a través de WhatsApp,

Palabras Clave Modelo y Modelización, Enseñanza de la Biología, Educación Remota, Genética, Indagación.

Abstract

This document responds to the research experience carried out in the Pedagogical Practice I of the Bachelor of Natural Sciences at the University of La Sabana, developed at the Cundinamarca Municipal Educational Institution in the municipality of Zipaquirá, Colombia. The Institution in question is characterized by guiding its pedagogical exercise from the Teaching for Understanding (EpC) approach framed in the constructivist pedagogical model, elements of great force for the development of this process. The objective of this intervention was to encourage tenth grade students to formulate questions based on the didactic strategy: model and modeling, from the conceptual elements concerning genetics.

From the methodological framework, it is highlighted that this investigative experience was developed from the Pedagogical Action Research (Elliot, 1990) that took place in two reflection cycles constituted by Planning, Implementation, Evaluation and Reflection. In this process, two highly relevant elements are analyzed: Arrival School Scientific Model as a teaching strategy and its impact on inquiry as a process of scientific thought. For this exercise, a rigorous and systematic analysis of the collected evidence was carried out, which allowed to identify the scope and results of the pedagogical practice of the teacher in training.

A relevant aspect in this pedagogical practice was developed from virtuality; Due to the health emergency caused by COVID-19, the academic spaces were transferred to remote meetings through the Google Meet platform and support through WhatsApp,

Key Words Model and Modeling, Teaching Biology, Remote Education, Genetics, Inquiry.

Introducción

La presente experiencia se desarrolla en la I.E.M. Cundinamarca, ubicada en el municipio de Zipaquirá-Cundinamarca, es una institución educativa de carácter oficial, que atiende una población de estrato socio económico 1 y 2 ubicada en una zona rural, donde la fuente económica más relevante es el trabajo de campo; vale la pena resaltar que la pandemia tuvo gran repercusión en la afectación económica de la comunidad, lo que se reflejó en las dinámicas familiares y por ende todo el contexto institucional. Es un hecho que la pandemia llevó a la humanidad a reinventar su forma vida desde nuevas dinámicas y posibilidades, en este caso, la educación no estaba aislada de esta realidad, como lo mencionan Álvarez, et al. (2020) los sistemas educativos de cada país del mundo tuvieron que adaptarse de manera acelerada a las clases remotas, respondiendo a diversos contextos, situaciones, necesidades y oportunidades.

En el caso específico de Colombia y desde la experiencia en la I.E.M. Cundinamarca, se logró adoptar un sistema de apoyo fortalecido a través de portales digitales como Colombia Aprende que cuentan con un fuerte consolidado de recursos educativos; por otro lado, se tomó como opción usar las tecnologías de primera generación, esto, con el fin de transmitir contenidos educativos y llegar a los estudiantes que no contaban con una conexión a internet (Álvarez, et al., 2020). Teniendo en cuenta esta diversidad de posibilidades y las realidades del contexto, la dinámica en la institución se caracterizó por realizar encuentros virtuales sincrónicos con los estudiantes que contaban con los recursos tecnológicos y conectividad, y hacer uso de WhatsApp con la población que no contaba con los recursos.

Después de describir el contexto situacional de la Institución y las dinámicas desde las cuáles se desarrolla el proceso (aspectos relevantes para el lector en el proceso de contextualización del ejercicio investigativo); se da paso a la fundamentación de los ejes investigativos estructurantes, desde el marco referencial, teórico y conceptual.

Como punto de partida de la Práctica Pedagógica, se realizó un ejercicio diagnóstico orientado al reconocimiento de los diferentes contextos (situacional, familiar, mental y lingüísticos) que caracterizaron a la población del grupo focal con quien se desarrolló el proceso. De esta manera se identificaron elementos de gran fuerza, como es el caso del contexto mental, donde se ve la necesidad de fortalecer procesos de pensamiento científico como la Indagación, del mismo modo en el contexto lingüístico, es necesario generar comprensiones frente a eje conceptual “La Genética” que es un marco interesante y relevante desde el currículo.

De acuerdo con lo anterior, se propone como pregunta de investigación: ¿Cómo fomentar en los estudiantes de grado décimo la formulación de preguntas, abordando los contenidos de genética con la estrategia didáctica de modelo y modelización?

En este problema hay tres ejes estructurantes: El eje conceptual que es la genética, el proceso de pensamiento como es la Indagación y la estrategia de enseñanza que es Modelo y Modelización. De este modo, es importante ir desarrollando cada uno de los elementos en el transcurso del documento, con el fin de dar a conocer la intencionalidad de cada uno de ellos en este ejercicio.

Con relación al eje conceptual “La Genética”, vale la pena resaltar que fue focalizado desde contexto lingüístico, donde se reconoce el interés que tienen los estudiantes por la temática y las debilidades que se han construido desde los imaginarios de los estudiantes frente a la misma. Pues bien, para la orientación pedagógica del proceso se tuvo en cuenta lo propuesto por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004) que recalca que cuando se trabaja la Genética con grado décimo, los estudiantes deben:



- “Reconocer la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario”
- “Establecer relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares”

Estos dos indicadores, se convierten referentes determinantes para desarrollar el proceso pedagógico con los estudiantes del grupo focal.

Otro de los ejes estructurantes mencionados es la Indagación, como procesos de pensamiento fundamental en las Ciencias Naturales, más allá del concepto también se enfatiza en la necesidad de formar en ciencias naturales. Desde el desarrollo de competencias científicas, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) la Indagación es concebida como: “la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas” (ICFES, 2019).

De esta definición, y para el caso de esta investigación; se resalta específicamente la habilidad de Planteamiento de Preguntas, que es una capacidad de orden superior para el desarrollo el pensamiento científico. A menudo se ha dicho que la característica más importante de un científico es la de saber formular buenas preguntas, sin embargo; no es tarea sencilla. La investigación educativa muestra que se trata de un aprendizaje complejo que no se da espontáneamente sin un trabajo orientado a tal fin (García & Furman, 2014).

Un aspecto interesante que el ICFES (2019) propone con relación al planteamiento de preguntas es la relación que esta habilidad tiene con otras capacidades como las de observación, formulación de hipótesis, establecimiento de relaciones causa-efecto y la necesidad de llevar cabo todo un proceso metodológicamente organizado para indagar acerca de las cuestiones que el mismo estudiante se propone.

Como tercer eje estructurante esta la estrategia de enseñanza, en este caso se habla de Modelo y Modelización. En la enseñanza de las ciencias resulta indispensable construir



comprensiones desde la apropiación conceptual, la cual se estructura gracias el tejido de significados recopilados de los múltiples modelos teóricos que hay en el contexto, los eruditos, los que dictan los macro currículos y aquellos que surgen del mundo de la vida. Schwarz, et al. (2009) abordan, modelo científico como una “representación abstracta y simplificada de un sistema que hace visibles sus rasgos clave y puede usarse para explicar y predecir fenómenos estudiados por la ciencia, que consiste en elementos, relaciones, operaciones y normas que rigen las interacciones”. En ese mismo orden de ideas Giere (1999) sugiere que se emplee la enseñanza a partir de fenómenos que se correspondan con la realidad.

Dentro de la didáctica de las ciencias, se resaltan cuatro modelos indispensables, el Modelo Explicativo Inicial, que hace referencia al modelo construido por los estudiantes en momentos, e incluso cursos, previos a las clases de ciencias; el Modelo Curricular, que es el modelo que se propone desde los lineamientos Nacionales e Institucionales a desarrollar durante la práctica pedagógica; el Modelo Científico o erudito, que es justamente el modelo generado y adoptado desde la comunidad científica; y finalmente, está el Modelo Científico Escolar de Arribo, que “es un dispositivo teórico-conceptual-metodológico en el ámbito de la investigación en didáctica de la ciencia, que permite orientar el diseño, la recolección de evidencias y su sistematización, así como la evaluación de una ED sustentada en los modelos y la modelización” (López-Mota y Rodríguez-Pineda, 2013).


Analizar estos tres elementos desde su particularidad, permiten ampliar las posibilidades de reconocer la fuerza pedagógica que tiene en conjunto, convirtiéndose en ejes estructurantes para la armonización de ambientes de aprendizaje científico. Esta articulación del ¿Qué? ¿Para qué? y ¿Cómo? En los procesos de enseñanza de las ciencias, son la respuesta a la necesidad de construir conocimiento y desarrollar habilidades del pensamiento científico como; movilizar saberes, pensar, describir, predecir, actuar (Izquierdo, et al., 1999) a su vez, experimentar, representar y comunicar aspectos sobre entidades teóricas no visibles o abstractas (Acevedo, A., Barreto, C. & Romero, Y. (2019).

Con relación a la experiencia desarrollada en la I.E.M. Cundinamarca, donde se trabajó la genética para el fortalecimiento de la indagación, a partir del modelo y modelización; se pudo evidenciar la dificultad de la apropiación conceptual de lo correspondiente a “la síntesis de proteínas”. Debido a la complejidad de este proceso a nivel científico, se ve es necesario que el estudiante integre elementos conceptuales del nivel microscopio y molecular; sin embargo, al ser un proceso que no es visible en la vida cotidiana, los estudiantes construyen su modelo conceptual desde la apropiación temporal o memorística de los modelos científicos eruditos, lo cual no responde a un verdadero proceso de comprensión. Esta situación es la respuesta a la necesidad de trabajar los tres ejes articuladores de manera conjunta, donde se generen comprensiones y se desarrollen procesos de pensamiento.

Materiales y métodos

La presente experiencia pedagógica se orientó desde el marco de la Investigación Acción Pedagógica (Elliot, 1990), se desarrolló a partir de dos ciclos de reflexión (comprendidos por Planeación, Implementación, Evaluación y Reflexión) que permitieron responder a la pregunta problema ¿Cómo fomentar en los estudiantes de grado décimo la formulación de preguntas, abordando los contenidos de genética con la estrategia didáctica de modelo y modelización?

Ciclo I

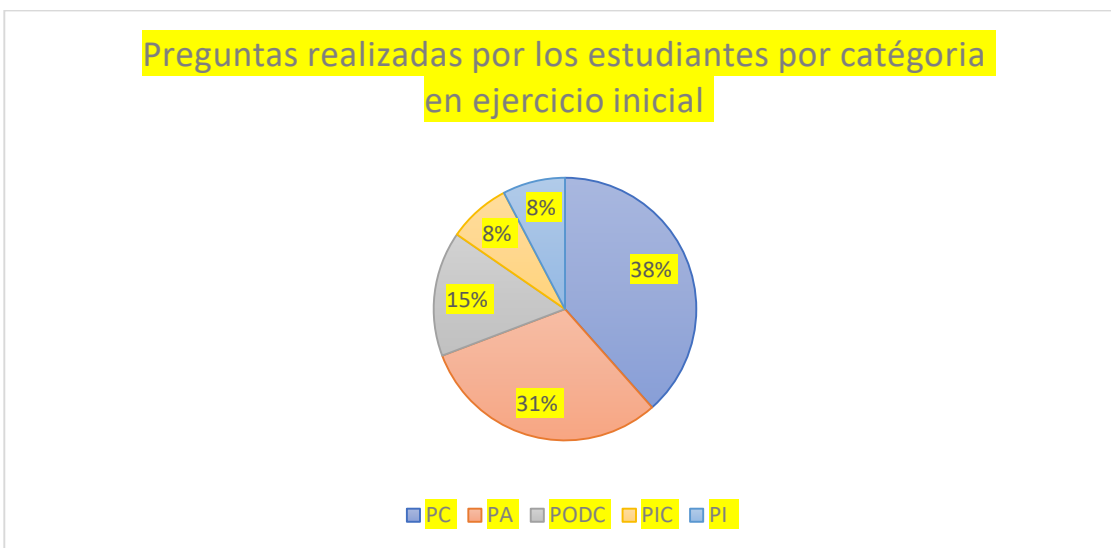
Planeación	Implementación	Reflexión	Evaluación
<p>El objetivo de este primer ciclo de reflexión es realizar un proceso diagnóstico frente a los contextos lingüísticos y mentales de los estudiantes de grado décimo.</p>  <p>Imagen 1. Código QR Ejercicio diagnóstico</p>	<p>Se desarrolla la guía desde la plataforma de Google Meet, a la que cerca del 30% tuvo acceso, con los otros estudiantes se desarrolló de manera asincrónica enviando la guía de trabajo por el grupo de WhatsApp del curso. La actividad consistió en abordar la guía de trabajo de manera conjunta con los estudiantes mediante la lectura y observación detenida de los diferentes textos e imágenes de la misma. Finalmente se explicaron las actividades de trabajo independiente y a cuyas evidencias se le realizó el análisis.</p>	<p>Se identifican los niveles de observación y pregunta a partir de los postulados de Pulido y Romero (2015) adaptados de García y Furman (2014) para la formulación de preguntas. Y en cuanto a niveles de observación según Santelices (1989) tomados por Pulido y Romero (2015). Concluyendo que los estudiantes se encuentran con nivel I en la formulación de preguntas</p>	<p>Es relevante reforzar los niveles en la habilidad de formulación de preguntas, para lo cual es necesario implementar una estrategia de enseñanza de las ciencias para determinar las comprensiones de los estudiantes.</p>

Herramientas metodológicas: Guía de trabajo.			
---	--	--	--

Tabla 1. Descripción del ciclo de reflexión I

Ciclo de reflexión I. En el caso del ejercicio diagnóstico, se analizaron elementos principalmente como el contexto situacional, contexto mental y lingüístico (De Longhi, 2009), pero también respecto al desarrollo de habilidades de indagación, donde se logró evidenciar elementos significativos con relación a los estilos de aprendizaje, niveles de indagación y conocimiento previos sobre el tema a estudiar.

Se realiza la sistematización del planteamiento de preguntas de los estudiantes desde los postulados de Romero y Pulido (2015), donde se encontró que un 38 % de los estudiantes planteaban Preguntas Cerradas (PC), el 30,77% preguntas atípicas, un 15,38% preguntas orientadas a obtener un dato o concepto (PODC), un 7,692% preguntas que indagan por causas explicativas (PIC) y el 7,692 % preguntas investigables (PI).



Gráfica. 1:

Niveles de Planteamiento de Preguntas. Nivel Inicial. Adaptación de Romero y Pulido (2015)

Se pueden identificar preguntas cerradas (PC) que corresponden a una caracterización al contexto y a los resultados y son preguntas se caracterizan porque se podrían responder con un sí o un no, tal como lo muestra el siguiente ejemplo, “¿el ADN está en todo nuestro cuerpo?” “¿Existe algún



tipo de método más o menos accesible para determinar que parientes tuvimos en el pasado?” “¿Las enfermedades causadas por descuido propio podrían volverse hereditarias?”. Por su parte, las preguntas atípicas tal como lo proponen Romero y Pulido (2015), se caracterizan por tener debilidades en aspectos de reacción y coherencia, como, por ejemplo: “podemos saber de dónde somos” “el ADN funciona en animales” “que tantas cosas de la ciencia ficción se podrían hacer realidad?”

Con relación a las preguntas orientadas a obtener un dato o concepto (PODC) el porcentaje es significativamente menor, como ejemplos de estas preguntas en las realizadas, podemos encontrar preguntas como “¿Cuántas pinturas podrían contener referencias al ADN, y a partir de que inspiración surgieron?” “quien invento el ADN”. En cuando a las preguntas que indagan por causas explicativas, la cantidad es notoriamente baja, sin embargo, podemos encontrar preguntas como “¿Cómo es posible saber de nuestro pasado con una gota de sangre?”. Finalmente, en cuanto a preguntas investigables el número es igual que con las preguntas anteriores, encontrando en este caso una sola pregunta: “¿Qué pasaría si no tuviéramos el ADN?”

Para este ejercicio diagnóstico se planeó e implementó una guía la cual constaba de una lectura central sobre el ADN en la vida cotidiana a partir de la cual los estudiantes proponían tres actividades autónomas en concreto que permitieran identificar sus comprensiones frente a la temática.

ACTIVIDADES

1. A partir de la lectura anterior responder las siguientes preguntas:
 - * ¿Cuáles ideas centrales se pueden identificar?
 - * ¿Cuál de los aspectos fue el que más te gusto y por qué?
 - * ¿Cuáles preguntas me surgen?
2. ¿Se relaciona la carrera que desearías estudiar con el ADN en algún aspecto? ¿Por qué?
3. De las siguientes actividades escoger 2 y realizarlas

- * Crear 3 memes sobre el ADN o tema que se relacione con la genética.
- * Hacer un dibujo inspirado en la genética o el ADN
- * Escribir un poema de mínimo 200 palabras sobre el ADN y la genética
- * Hacer un video de mínimo 3 minutos explicándole a alguien de tu familia la importancia del ADN en la vida diaria
- * Escribir un cuento de ciencia ficción futurista en el que se use la idea del ADN y la manipulación genética. Mínimo 500 palabras

Una vez tenga listas las actividades, por favor regístrelas a través del siguiente enlace:
<https://forms.gle/FpyXz8JCzB8TW2nc8>



Imagen 2. Actividad diagnóstica

Cada una de las actividades responde a un propósito claro y establecido del diagnóstico. Por ejemplo, el numeral uno, es un ejercicio que buscaba esencialmente reconocer habilidades de comprensión lectora, un proceso de reflexión e interiorización de la lectura y una parte de formulación de preguntas, que fue el que permitió identificar un nivel inicial de esta habilidad en el que se encontraban los estudiantes. Un segundo punto, otra de las actividades propuestas, es un ejercicio de motivación, en el que se pudo reflexionar sobre como la temática trabajada se relacionó directamente con los intereses de cada uno de los estudiantes. El numeral 3 estuvo dirigido a conocer los estilos de aprendizaje relacionados con los sentidos y que se pueden clasificar como Auditivo, Visual o Kinestésico (Barbe, Swassing y Milone, citados por Mato, 1992).

Finalmente, se resalta que durante el ciclo de reflexión I, la planeación e implementación estuvieron estructuradas a partir de la Enseñanza para la Comprensión y las rutinas de pensamiento. Esto teniendo en cuenta que el enfoque institucional está orientado por este marco de enseñanza.

Ciclo II

Planeación	Implementación	Reflexión	Evaluación
------------	----------------	-----------	------------


<p>Planeación desde el marco de la enseñanza para la comprensión.</p> <p>Estrategia de enseñanza Modelo y Modelización</p> <p>Herramientas: Rutinas de Pensamiento</p>  <p>Imagen 3. Código QR Avances ciclo de reflexión II</p>	<p>Se realizan 4 encuentros a través de la plataforma de google meet, se hace énfasis en el fortalecimiento de la habilidad de pensamiento a partir de rutinas de pensamiento que permiten visibilizar el pensamiento de los estudiantes (concepto de material genético). De igual forma, se hace una aproximación al concepto desde el punto de vista del momento histórico actual, es decir, la pandemia del Covid-19 estudiando el proceso de replicación del virus y la manera en cómo usa la maquinaria celular del hospedador para sintetizar sus proteínas y material genético. Finalmente, se a bordo de manera directa el concepto de síntesis de proteínas, estudiando de manera general pero completa los procesos intracelulares de la síntesis de proteínas.</p>	<p>Se evidencian avances en la habilidad de pensamiento, es decir en la capacidad de formular preguntas investigables. Esto gracias a ejercicios constantes de participación, en la que los estudiantes tenían que generar preguntas de cada elemento estudiado.</p> <p>A través de este proceso se logran visibilizar comprensiones frente a material genético permitiendo hacer un análisis del modelo científico escolar de Arribo tomando como referente diversos conceptos, elementos y relaciones tal como lo propone Acevedo, A., Barreto, C. & Romero, Y. (2019).</p>	<p>Hay avances significativos en la habilidad de pensamiento (Formulación de preguntas)</p> <p>Hay la construcción conceptual muy interesante donde se hace evidente el acercamiento al modelo científico escolar de arribo y se puede identificar tanto los diferentes conceptos, elementos y relaciones de manera coherente con lo que proponen los otros modelos referenciales dentro de la estrategia didáctica expuestos por López-Mota y Rodríguez-Pineda (2013)</p>
---	---	---	--

Tabla 2. Descripción del ciclo de reflexión II

Ciclo de reflexión II Se hace un ejercicio de planeación desde la estrategia de enseñanza Modelo y la Modelización, buscando la consolidación de un Modelo Científico escolar de arribo, además de fomentar la habilidad de formulación de preguntas.

En la planeación se propuso como Tópico generativo la pregunta, ¿Cómo se expresa la información genética? De igual forma, se plantearon las siguientes 4 cuatro metas de comprensión que responden a cada una de las dimensiones de la comprensión expuestas por Gray Wilson (2017):

- Los estudiantes comprenderán como se lleva a cabo el proceso de síntesis de proteínas, tomando como un ejemplo el SARS-COV-2.
- Los estudiantes fortalecerán su capacidad de formular preguntas a partir de actividades adecuadas a sus estilos de aprendizaje
- Los estudiantes comprenderán que los virus llevan a cabo procesos de síntesis de proteínas al interior de las células y que ese es el inicio de la propagación de los virus en el cuerpo y las personas.

- Los estudiantes serán capaces de comunicar sus aprendizajes tanto al docente como a sus compañeros a través de diferentes formas demostrando flexibilidad de sus aprendizajes.

Cabe resaltar que las metas de comprensión se enmarcan en elementos cercanos a la cotidianidad de los estudiantes y a problemáticas que fueron visibles en tiempo de pandemia, que se aborda desde miradas disciplinares y sociales como un elemento de identificación de la relevancia práctica del contenido que se aborda en la clase de ciencias que en este caso es la de biología.

En cuanto a los desempeños de comprensión se plantean actividades concretas, específicas y centradas que permiten alcanzar las metas de comprensión, tales como: Rutina de pensamiento: Pensar – Inquietar – Explorar. Abordando las preguntas: ¿Qué piensas del proceso de síntesis de proteínas del coronavirus? ¿Qué preguntas te surgen sobre el tema? ¿Qué puedo hacer para responder mis preguntas? Por otro lado, se desarrollaron temas de manera magistral como fueron, aspectos generales del COVID-19, los aspectos moleculares de la síntesis de proteína en la célula, donde la herramienta fue la rutina de pensamiento Antes Pensaba – Ahora Pienso.

Resultados y discusión

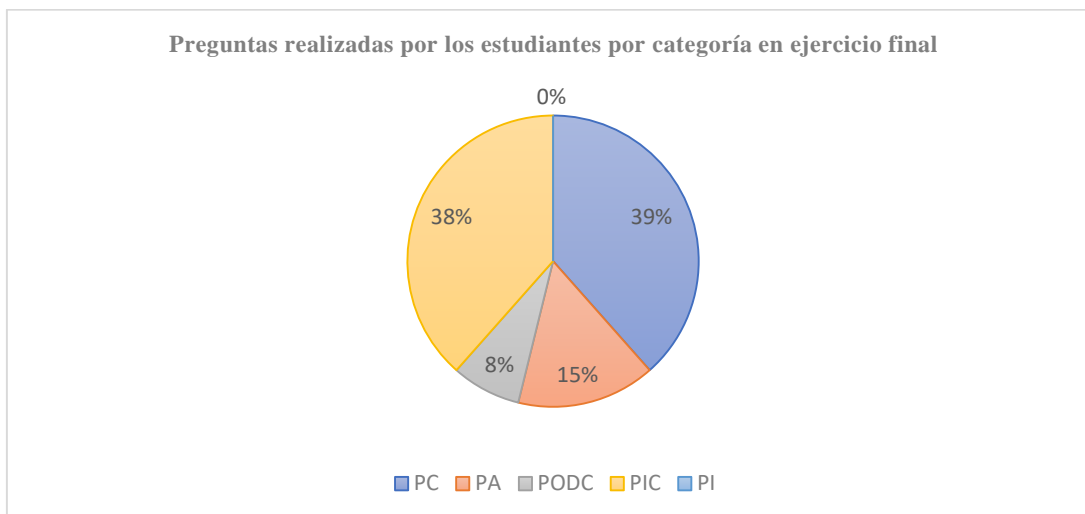
A continuación, se describen los avances en los procesos de pensamiento, como es la Indagación y posteriormente se analiza la evolución conceptual desde lo relacionado con el Modelo y Modelización.

Indagación.

Partiendo de los hallazgos descritos en el ciclo de reflexión I, es importante resaltar que se observan cambios significativos en la manera en cómo los estudiantes formulan sus preguntas los estudiantes.



Imagen 4. Código QR
Síntesis proceso



Gráfica. 2:

Niveles de Planteamiento de Preguntas. Nivel final. Adaptación de Romero y Pulido (2015)

Con relación al gráfico 2, se puede evidenciar que los porcentajes de las preguntas cerradas se mantuvo constante, siendo en ambos casos un 38%. Sin embargo, en cuanto a las preguntas atípicas, se observa una importante disminución de más de 15 puntos porcentuales. En cuanto a las preguntas orientadas a obtener un dato o concepto se observa también una disminución en la cantidad porcentual de este tipo de preguntas formuladas. Por su parte, en cuanto a las preguntas que indagan información sobre un fenómeno, proceso o concepto concreto, se observa un aumento importante de casi 30 puntos porcentuales; no se evidenciaron preguntas investigables, por lo cual se considera importante hacer un proceso de enseñanza de preguntas de manera explícita.

Estos cambios se entienden a partir de las diferentes estrategias implementadas con los estudiantes durante la fase de intervención del segundo ciclo de reflexión. Abordar los ejes conceptuales con los estudiantes, permitieron generar preguntas con un trasfondo conceptual más específico. Los estudiantes generaron preguntas a partir de sus nuevas comprensiones. Es importante aclarar que, si bien se registra una disminución en las preguntas investigables, también se evidencian avances importantes, como en la categoría, de preguntas que indagan información sobre un fenómeno, proceso o concepto concreto. Además, en términos generales todas las preguntas están formuladas a partir de conceptos más específicos y sólidos que en el primer ciclo de reflexión no se cuenta, como fruto de la implementación.

Modelo y modelización. Retomando lo que mencionan López-Mota y Rodríguez-Pineda (2013) se identificaron los siguientes modelos, que fueron estructurantes para la planeación de la implementación en el segundo ciclo de reflexión y que constituyen la estrategia didáctica de modelo y modelización.

Modelo	Conceptos	Elementos	Relaciones
Explicativo Inicial	1. Síntesis de proteínas 2. Virus	1. ADN 2. ARN 3. Proteínas 4. Material genético 5. Anticuerpo 6. Aminoácidos	1. Infección 2. Contagio 3. La reproducción del virus usa la síntesis de proteínas
Científico	1. Síntesis de proteínas 2. Covid -19	1. Proteína S, ACE2 2. Replicación 3. Aminoácidos 4. ARN, ARNm, ARN transfer 5. ADN 6. Ribosoma	1. Reproducción del Covid-19 2. Transcripción y traducción del material genético 3. Síntesis de proteínas
Curricular	1. Almacenamiento del material hereditario 2. Genes 3. Proteínas	1. Estructura del ADN 2. Producción de proteínas	1. Expresión del ADN 2. Las proteínas y las funciones celulares 3. Funciones de las proteínas

Tabla 3. Diferentes modelos tenidos en cuenta

Modelo	Conceptos	Elementos	Relaciones
Científico Escolar de Arribo	1. Síntesis de Proteínas 2. Covid-19	1. Estructura del ADN 2. Producción de proteínas	1. Expresión del ADN 2. Papel de las proteínas en el cuerpo

Tabla 4. Aspectos del modelo científico escolar de arribo

En el primer ejercicio diagnóstico, los estudiantes hacen una relación y reflexión sobre la temática de genética, con elementos como los memes, el dibujo, la poesía, el cuento, la narrativa, etc. Esta experiencia permite motivar a los estudiantes frente al aprendizaje de las ciencias desde una mirada diferente, pero además se realiza un ejercicio transversal en lo que refiere a la ciencia y el arte.

El ejercicio tiene una gran acogida por parte de los estudiantes y como ejercicio diagnóstico permitió al investigador visualizar los modelos conceptuales desde donde conciben el concepto en mención (Expresión del material genético) y reconocer los estilos de aprendizaje de los jóvenes.

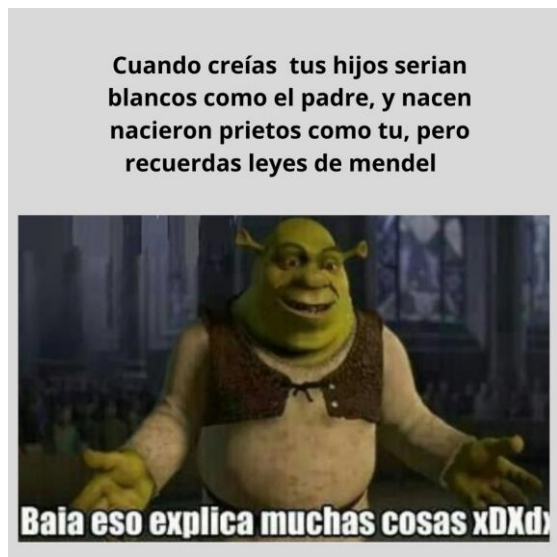


Imagen 5. Ejemplo de meme elaborado estudiante



Imagen 6. Dibujo artístico inspirado en la forma del ADN elaborado por estudiante

Si decidió escribir un cuento de ciencia ficción futurista de mínimo 500 palabras. Escriba el texto aquí directamente

MUTACION Y PRUEBA

Un día en un laboratorio, un científico llamado Jhon quería curar a su hijo que le faltaba una pierna, entonces empezó a pensar en como ayudarlo así que pensó en una mutación no de solo un animal sino de varios, quería que tuviera genes de camaleón para camuflarse, lagartija para que le crecieran las extremidades y de zorro por su astucia.

Jhon empezó a trabajar día y noche en una vacuna para su hijo, empezó atrayendo animales para extraer un poco de saliva (no quería lastimar a los animales así que trato de no extraer su sangre), luego de eso se dispuso a observar en su microscopio las moléculas de ADN de la saliva que había extraído de cada animal y noto que el ADN de la lagartija y el camaleón eran parecidos y fue sencillo mezclar sus genes lo difícil fue tratar de unir el de zorro ya que no era compatible, pero aun no se rindió, días después con varios experimentos fallidos y varias ratas muertas (digo ratas porque es el animal mas parecido al ser humano) por fin logro su meta, creo una vacuna la cual le permitía camuflarse y que le crecieran las extremidades, después de observar la rata que le creciera una pata decide llamar a su hijo para aplicarle la inyección, el niño lleo contento porque quería ser un niño normal, quería sus dos piernas para jugar como los demás al balón, minutos después de que llegara el niño jhon preparo todo para probar su experimento con su hijo, le aplico la inyección y espero unos minutos para que el cuerpo reaccionara igual como en la rata.

Imagen 7. Evidencia de fragmento de cuento de ciencia ficción futurista basado en la genética

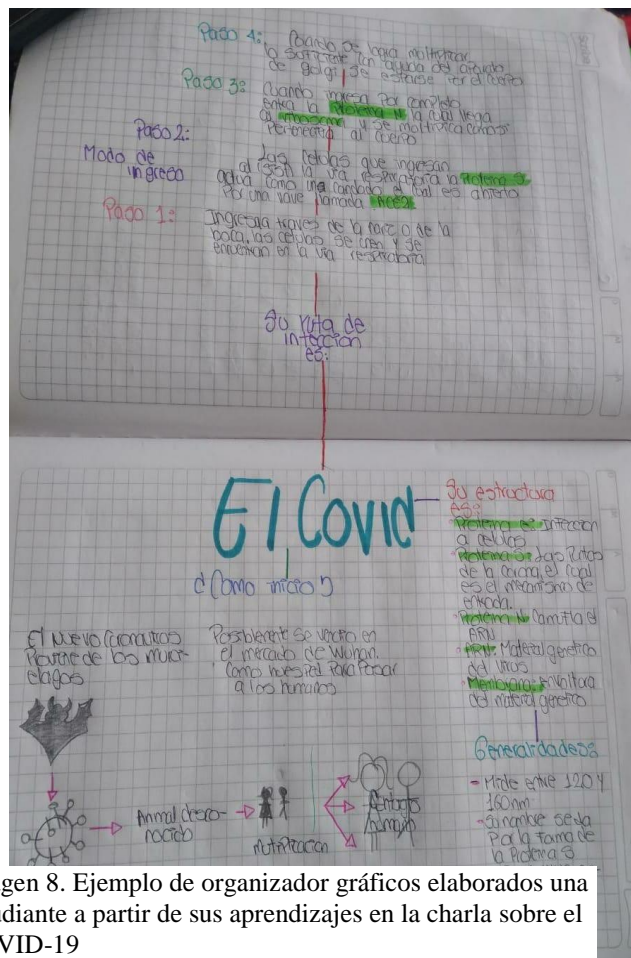


Imagen 8. Ejemplo de organizador gráficos elaborados una estudiante a partir de sus aprendizajes en la charla sobre el COVID-19

A partir de los resultados evidenciados en el trabajo de los estudiantes, se identifica la construcción del modelo científico escolar de arriba, en las imágenes 5 a 8 se reconoce el entramado conceptual con elementos teóricos y disciplinares trabajados durante la implementación de la planeación, y la relación con los demás modelos.

Cabe resaltar que, por toda la situación coyuntural presentada por la emergencia sanitaria y las dificultades de conectividad de algunos estudiantes, hubo cierta afectación en el proceso ya que la participación del grupo focal no fue constante y simultánea.

Conclusiones

En cuanto a la estrategia Modelo y Modelización, se logra evidenciar una importante correlación entre los diferentes modelos identificados durante la práctica. Esto, gracias a que las evidencias de los estudiantes muestran un Modelo Científico Escolar de Arribo, definido con los diferentes conceptos, elementos y relaciones, que constituyen todo un entramado conceptual importante en la comprensión de la temática de genética y expresión del material genético en el campo de la biología.

Por otro lado, con relación a la Indagación, se puede concluir que se evidenció un avance en los tipos de pregunta que formulan los estudiantes. Los resultados exponen un cambio a favor de formular preguntas cuya categoría demanda un mayor nivel de pensamiento, evidenciando así que las estrategias implementadas fueron útiles en dicho propósito; sin embargo, es necesario continuar con el proceso hasta llegar a unos niveles de planteamiento de preguntas investigables, lo cual requiere de unos procesos de enseñanza explícitos de la habilidad donde se potencien otros como son la observación, descripción y planteamiento de hipótesis; es claro que no es posible reforzar competencias sin antes fortalecer habilidades de pensamiento que son movilizadores esenciales.

Un aprendizaje significativo adicional para el investigador fue la capacidad de reinventar unas prácticas de enseñanza desde el marco de un sistema educativo remoto que se configuró en la pandemia causada por el Covid-19. El desarrollo de encuentros sincrónicos con algunos estudiantes y con acompañamiento.

Referencias

Álvarez, H., Arias, E., Bergamaschi, A., López, A., Noli, A., Ortiz, M., Pérez-Alfaro, M., Rieble-Aubourg, S., Rivera, M., Scannone, R., Vásquez, M. & Viteri A. (2020) La educación en tiempos del coronavirus: Los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante COVID-19. *Banco Interamericano de Desarrollo*.

- Acevedo, A., Barreto, C. & Romero, Y. (2019). Modelo y modelación: circuitos eléctricos en quinto de primaria. *Primer Encuentro Latinoamericano de Investigación Educativa y Saber Pedagógico*.
- De Longhi, A. (2009). Los desafíos desde los contextos situacional, lingüístico y mental. *II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 28 al 30 de octubre de 2009, La Plata, Argentina. Un espacio para la reflexión y el intercambio de experiencias*. EN: Actas. La Plata: UNLP. FAHCE. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.621/ev.621.pdf
- Elliott, J. (1990). La investigación-acción en educación. *Ediciones Morata*.
- García González, S. M., & Furman, M. G. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, 5(10), 75-91.
- Giere, R. (1999). Del realismo constructivo al realismo perspectivo. *Enseñanza de las Ciencias, Número extra*, 9-13.
- Gray Wilson, D. (2017). *Las dimensiones de la comprensión*. Obtenido de Fundacies: http://fundacies.org/site/?page_id=480
- ICFES (2019). Marco de referencia de la prueba de ciencias naturales Saber 11.º. Bogotá: Dirección de Evaluación, Icfes.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Revista Enseñanza de las Ciencias, Número extra* (junio 1999), pp. 79-91
- López-Mota, Á. D., & Rodríguez-Pineda, D. P. (2013). Anclaje de los modelos y la modelización científica en estrategias didácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2008-2013.
- Mato, M., (1992). Los estilos de aprendizaje y su Consideración dentro del proceso Enseñanza-Aprendizaje. *Trabajo de ascenso no publicado IPC-UPEL Caracas*
- MEN (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Formar en Ciencias ¡El desafío! Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-34021_recurso_1.pdf
- Perkins, D. (1999). El Marco Conceptual de la Enseñanza para la Comprensión. En M. Stone, *Enseñanza para la Comprensión (Capítulo 3)*. Buenos Aires: Paidós.



Pulido Serrano, G. E., & Romero Rincón, Y. N. (2015). *Incidencia de las rutinas de pensamiento en el fortalecimiento de habilidades científicas: Observar y preguntar en los estudiantes de grado cuarto, ciclo II del Colegio Rural José Celestino Mutis IED* (Tesis de Maestría, Universidad de La Sabana). Recuperada de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/17538>

Roca, M., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de las ciencias*, 95-114.

Santelices, L. (1989). *Metodología de Ciencias Naturales para la Enseñanza Básica*. Santiago de Chile: Andrés Bello.

Schwarz, C., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. & 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.