



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD MONTERREY

**Construcción de explicaciones sobre la aparición de los
caracteres sexuales secundarios con alumnos de primer
grado de secundaria**

Tesis que presenta

Claudia Patricia Guillén Rodríguez

Para obtener el grado de

Maestro(a) en

Educación en Biología para la Formación Ciudadana

Directoras de Tesis

Dra. Alejandra García Franco

Dra. Ma. Teresa Guerra Ramos

Apodaca, Nuevo León.

Agosto, 2019

Vía del Conocimiento 201 C.P. 66628, Parque PIIT, 66600 Cd Apodaca, N.L.

**Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por
la beca otorgada para la realización de este proyecto de tesis**

Dedicatoria

A mi madre

 Mi más grande amor.
 Por enseñarme a ser la mujer que soy.
Por inculcarme valores y apoyarme en todo momento.
 Por ser esa persona que siempre ha creído en mí.
 Por su amor incondicional.
 Por ser esa persona a la que admiro.
 Te amo con todo mi ser.

A mis hermanos, Víctor y André

 Por siempre estar al pendiente de mí.
Por ser esas piezas que complementan mi vida y felicidad.
 Por animarme a cumplir mis metas.

A mis sobrinos, Naomi, Carlitos, Lalo y Tadeo

Porque a su corta edad, siempre quieren lo mejor para mí.
 Porque me impulsan a ser mejor cada día.
 Por todo su amor, a pesar de la distancia.

A San, Caro y Octavio

 Por todo su afecto y cariño.
Por ser parte fundamental en mi vida.
 Por su compañía aun en la distancia.

Agradecimientos

A través de estas líneas quiero expresar mi agradecimiento a aquellas personas que me acompañaron durante la realización de esta tesis.

A mi familia, por apoyarme en todas las metas que me propongo, por su amor incondicional en todo momento.

A la **Dra. Alejandra García Franco** por guiar mi trabajo de tesis de maestría, porque a pesar de la distancia siempre estuvo al pendiente, haciéndome sus recomendaciones y observaciones con la finalidad de mejorar mi investigación. Por su apoyo incondicional durante las asesorías y en cada una de las etapas de la construcción de mi tesis, lo cual fue fundamental para la concreción de este trabajo.

A la **Dra. Teresa Guerra Ramos**, por compartirme parte de su experiencia y orientar mi trabajo de tesis, por sus acertados comentarios que me permitieron ir avanzando, por la paciencia otorgada durante el desarrollo de esta tesis, sus aportaciones fueron de mucha ayuda, agradezco infinitamente que siempre tenía un espacio para atender mis dudas o preguntas lo cual facilitó la conclusión de esta tesis.

A mis lectores, **Dr. Mauricio Carrillo Tripp y Dr. Gonzalo Peñaloza**, quienes amablemente aceptaron leer mi trabajo y realizaron sugerencias que contribuyeron a la mejora de la tesis.

A los profesores del área de educación CINVESTAV Monterrey, por sus aportaciones y enseñanza en estos dos años de maestría, lo cual ha contribuido sin duda alguna a mi crecimiento profesional e interés en la educación. Gracias a ellos he adquirido conocimientos que pondré en práctica para mejorar mi labor docente.

A mis compañeras de maestría, pero sobre todo a mi amiga Ilse por su valiosa amistad y compañía en todo momento. Por aportarme ideas cuando tenía dudas y por realizarme críticas constructivas que me ayudaban a tener claridad y me permitían seguir avanzando.

A mis estudiantes, quienes participaron gustosamente en cada una de las actividades, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible, gracias por hacerme crecer como docente e impulsarme hacer mejor.

Claudia Patricia Guillén Rodríguez
Apodaca, Nuevo León., agosto 2019

Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 8 |
| Abstract | 9 |
| Introducción | 10 |
| Capítulo 1. Justificación y Objetivos | 12 |
| 1.1 Justificación | 12 |
| 1.2 Objetivo general..... | 15 |
| 1.2.1 Objetivos específicos | 15 |
| Capítulo 2. Marco teórico | 16 |
| 2.1 El concepto de explicación interpretado por algunos autores | 16 |
| 2.2 La construcción de explicaciones en la ciencia..... | 19 |
| 2.3 El papel de la explicación en el proceso de enseñanza y su relevancia en la formación de los estudiantes..... | 24 |
| 2.4 La explicación biológica en el tema de los caracteres sexuales secundarios..... | 26 |
| 2.5 Algunos estudios referentes al tema de explicaciones..... | 28 |
| Capítulo 3. Marco metodológico | 32 |
| 3.1 Contexto de la innovación didáctica..... | 32 |
| 3.2 Tipo de investigación: Estudio con perspectiva investigación-acción .. | 34 |
| 3.3 Procedimiento | 35 |
| 3.3.1 Recolección de datos..... | 36 |
| 3.3.2 Enfoque metodológico: Análisis de contenido..... | 36 |
| 3.3.3 Actividades seleccionadas para el análisis | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.4 Organización de los datos..... | 41 |
| 3.3.5 Identificación de términos y relaciones | 42 |
| 3.3.6 Comparación de explicaciones y seguimiento de los estudiantes.. | 45 |
| 3.3.7 Clasificación de explicaciones..... | 46 |
| Capítulo 4. Resultados y Discusión | 48 |
| 4.1 Identificación de términos y relaciones. | 48 |
| 4.2 Niveles de explicación..... | 49 |
| 4.2.1 Estudiante clasificada en el nivel de explicación 0..... | 50 |
| 4.2.2 Estudiantes clasificados en el nivel de explicación 1. | 55 |
| 4.2.3 Estudiantes clasificados en el nivel de explicación 2. | 61 |
| 4.3 Seguimiento de los estudiantes | 68 |
| 4.4 Características de las actividades que pudieron promover el desarrollo de explicaciones. | 74 |
| 4.5 Clasificación de explicaciones. | 79 |
| Capítulo 5. Conclusiones | 84 |
| Referencias Bibliográficas | 87 |
| Anexo 1 | 90 |

Resumen

El presente trabajo de tesis tuvo como finalidad describir y analizar la manera en que estudiantes de secundaria elaboran explicaciones en la clase de Biología en torno a la aparición de los caracteres sexuales secundarios en el contexto de la implementación de una secuencia didáctica.

Participaron 11 estudiantes de entre 14 y 17 años, que cursaban primer grado de secundaria en sesiones dominicales en una escuela particular ubicada en el municipio de Tuxtla Gutiérrez en el estado de Chiapas.

La secuencia didáctica se implementó de abril a junio en 7 sesiones con una duración de 1 hora 40 minutos por cada sesión. Los datos recolectados fueron producciones escritas de los estudiantes, maquetas y producciones orales registradas en audiograbaciones.

Se utilizó la metodología denominada análisis de contenido, con la finalidad de explorar si las explicaciones que los estudiantes construyen son más detalladas y precisas a medida que van avanzando en las actividades. Para esto, se propuso un modelo de explicación asociado a la aparición de caracteres sexuales secundarios que sirviera de referente en el análisis.

Así mismo se describe el tipo de explicación que los estudiantes elaboraron en el marco de actividades de distinta naturaleza. Los resultados sugieren que los estudiantes lograron, de forma individual y diferenciada, tres niveles distintos de explicación en función del número de términos biológicos y relaciones que lograron incorporar en sus explicaciones.

Finalmente se presentan algunas reflexiones respecto a mi práctica docente, con la intención de discutir posibles mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje orientados a promover la elaboración de explicaciones relevantes y significativas con una perspectiva de formación ciudadana.

Palabras clave: enseñanza de la biología, educación secundaria, explicaciones, caracteres sexuales secundarios.

Abstract

The purpose of this thesis work was to describe and analyze the way in which secondary school students elaborate explanations in the Biology class about the appearance of secondary sexual characters in the context of the implementation of a didactic sequence.

Eleven students between 14 and 17 years old participated, who were in first grade of secondary school in Sunday sessions at a private school located in the municipality of Tuxtla Gutiérrez in the state of Chiapas.

The didactic sequence was implemented from April to June in 7 sessions with a duration of 1 hour 40 minutes for each session. The data collected were written productions of the students, models and oral productions recorded in audio recordings.

The methodology called content analysis was used, in order to explore whether the explanations that students build are more detailed and precise as they move forward in the activities. For this, a model of explanation was proposed associated with the appearance of secondary sexual characters that would serve as a reference in the analysis.

It also describes the type of explanation that students developed in the framework of activities of different nature. The results suggest that the students achieved, individually and differentiated, three different levels of explanation depending on the number of biological terms and relationships that they managed to incorporate into their explanations.

Finally, some reflections are presented regarding my teaching practice, with the intention of discussing possible improvements in the teaching-learning processes aimed at promoting the elaboration of relevant and significant explanations with a perspective of citizen training.

Keywords: Biology teaching, secondary education explanations, secondary sexual characters.

Introducción

La presente investigación de tesis se enmarca en el contexto de la Maestría en Educación en Biología para la Formación Ciudadana. Esta maestría ha constituido sin duda un espacio de formación y reflexión respecto a la práctica docente, contribuyendo de manera significativa a mi forma de enseñar en las aulas de clase al abordar temas relacionados con las ciencias naturales.

Por esta razón, el trabajo de investigación realizado pretendió describir y analizar el proceso de construcción de explicaciones que realizan los estudiantes de primer grado de secundaria, al abordar el tema de la aparición de los caracteres sexuales secundarios que aparecen durante la etapa de la pubertad.

Esta investigación se encuentra organizada en seis capítulos: en el primer capítulo se describen las principales razones que dieron pauta a la elección del tema de tesis y se expone el objetivo general y específicos que orientaron el trabajo de tesis.

En el segundo capítulo se esbozan los referentes teóricos utilizados en esta investigación, incorporando las principales aportaciones que algunos autores realizan en torno a la explicación, se menciona cómo ha sido el proceso de construir explicaciones en el ámbito científico y el papel que las explicaciones desempeñan en el proceso de enseñanza. También se presentan algunas clasificaciones que los autores proponen para categorizar las explicaciones que se construyen en la ciencia y en los salones de clase y se describen algunos trabajos que otros investigadores han realizado respecto a la construcción de explicaciones en la clase de ciencias, con la finalidad de tener un acercamiento que permita conocer el tipo de explicación que los alumnos suelen elaborar en los salones de clase.

En el capítulo tres, se presenta el marco metodológico, especificando el tipo de investigación, el contexto de la innovación y la metodología empleada en la sistematización de los datos.

El capítulo cuatro se enfoca en describir los resultados obtenidos en esta investigación y se discuten las causas que pudieron haber originado esos resultados.

Finalmente, en el capítulo cinco se presentan las conclusiones obtenidas durante esta investigación.

Capítulo 1. Justificación y Objetivos

1.1 Justificación

Uno de los retos que enfrenta la educación hoy en día consiste en cómo enseñar y abordar temas de ciencias y conceptos biológicos que sean relevantes para la vida de los estudiantes.

Desde mi perspectiva docente, y de acuerdo con mi experiencia al impartir clase de Biología, se deben tomar en cuenta las dudas que los alumnos tienen y que surgen en el aula. Aprender ciencias debe ir más allá de comprender y utilizar conceptos y modelos científicos abstractos, incluye participar en diferentes prácticas involucrando al estudiante en procesos de construcción de explicaciones, indagación, trabajo colaborativo, y fomentar al mismo tiempo el desarrollo de habilidades científicas que permitan que el alumnado pueda entender diversos temas que son explicados por la Biología.

Es preciso ampliar la mirada y desarrollar temáticas enfocadas a que el estudiante se pueda acercar e interesar en contenidos de la materia de Biología, y a la vez diseñar actividades que propicien que los estudiantes puedan acceder al conocimiento científico con la finalidad de que logren plantearse inquietudes y cuestionamientos que les permitan asimilar fenómenos que son interpretados por la ciencia, interiorizando la importancia que ésta tiene en nuestros días.

Una de estas temáticas que puede favorecer la construcción de explicaciones es indudablemente la educación sexual, sobre todo si consideramos que puede resultar atractivo e interesante para los alumnos conocer ciertos aspectos de su cuerpo que pueden ser explicados por la Biología.

Si bien en el libro de texto de Ciencias I (Biología), específicamente en la unidad 4 titulada “La reproducción y la continuidad de la vida”, uno de los subtemas está orientado a que los alumnos conozcan los caracteres sexuales secundarios que aparecen en hombres y mujeres durante la etapa de la pubertad; éste se limita a nombrar de manera general y superficial los cambios físicos que ocurren sin especificar las causas que lo originan. Esta aproximación limita el aprendizaje que los alumnos pueden adquirir sobre las causas científicas que dan lugar a los cambios en su cuerpo.

Atendiendo la importancia que este contenido didáctico tiene, decidí trabajar el tema denominado “Aparición de los caracteres sexuales secundarios en la pubertad” porque es de interés para los alumnos lo que ha generado preguntas sobre los cambios que son propios de la pubertad. Considero relevante que los alumnos conozcan que los cambios físicos son parte de un proceso biológico que ocurre en hombres y mujeres en algún punto de su vida. Además, el tema puede facilitar que los estudiantes se sientan con mayor seguridad para comentar sus inquietudes o dudas.

Iglesias (2013) indica que la adolescencia empieza con la aparición de algunas características propias de la pubertad y en el inicio de esta etapa ocurren cambios hormonales que dan origen a los caracteres sexuales secundarios y a la diferencia entre hombres y mujeres, apareciendo algunos cambios como crecimiento, cambios en la composición corporal y una transformación gradual en el desarrollo psicosocial, por mencionar algunos. Además, estos cambios no son los mismos para hombres y mujeres, y tampoco aparecen a la misma edad. Generalmente en los hombres tardan un poco más en aparecer.

En la secuencia didáctica propuesta se busca que, a través de diferentes actividades, los alumnos identifiquen los cambios que experimentaron en la pubertad, esperando que a partir de ello sean capaces de generar y construir explicaciones con elementos biológicos que les permitan comprender la

naturaleza y origen de los cambios propios de la pubertad. Con ello se contribuye a la restructuración de las ideas de los estudiantes y a la mejora de sus capacidades comunicativas (Candela ,1999).

Las explicaciones forman parte de nuestra cotidianeidad y dan respuesta a cuestionamientos que surgen a nuestro alrededor. Por esta razón, es indispensable que los estudiantes sean capaces de elaborar explicaciones científicas acorde a su nivel educativo y edad, y que a la vez sean de utilidad en su vida diaria. Esto es, explicaciones que puedan ayudarles en la solución de problemas, logrando y adquiriendo aprendizajes que pueda aplicar en diferentes contextos.

La construcción de explicaciones sobre la aparición de los caracteres sexuales puede generar que los estudiantes muestren apertura y acercamiento a las ciencias al ser un tema en el cual se ven inmersos. Este proceso debe promover que los alumnos se conciban como personas activas, partícipes y capaces de generar conocimiento, creando ciudadanos con pensamiento crítico, capaces de tomar diferentes decisiones basadas en evidencia, despertando la capacidad de indagación y participación en asuntos que ocurren a su alrededor.

En la sociedad actual los estudiantes encuentran un entorno cada vez más complejo, competitivo y cambiante. Acercar la ciencia y la construcción de explicaciones científicas a los estudiantes no es una tarea fácil, pero permite contribuir de manera paulatina a la generación de conocimiento que sea de utilidad para ellos.

Por último, es relevante que en las aulas de clase exista una mayor interacción entre docente y alumno, de forma que el estudiante se sienta con la confianza de participar en clase de Biología y pueda ir desarrollando su propio

conocimiento y aprendizaje, mostrando interés por otros fenómenos que son explicados por esta área de la ciencia.

Por lo anteriormente señalado, el estudio realizado tuvo los siguientes objetivos.

1.2 Objetivo general

Explorar la construcción de explicaciones en el aula de biología a partir del estudio de los caracteres sexuales secundarios, y analizar cómo estas explicaciones pueden favorecer en los estudiantes la comprensión de las características físicas que aparecen durante la pubertad.

1.2.1 Objetivos específicos

- Describir y analizar las explicaciones que los estudiantes de primer grado de secundaria elaboran respecto a la aparición de los caracteres sexuales secundarios.
- Identificar qué aspectos de las actividades realizadas promueven el desarrollo de explicaciones.
- Reflexionar sobre las explicaciones que los estudiantes construyen y su relevancia para la formación ciudadana.

Capítulo 2. Marco teórico

En este apartado se presenta una perspectiva de lo que significa el concepto “explicación” interpretado por diferentes autores. Se muestra la trascendencia de las explicaciones en la ciencia, en la vida cotidiana, así como su importancia en el proceso de enseñanza. Finalmente, se exponen algunas clasificaciones de las explicaciones.

2.1 El concepto de explicación interpretado por algunos autores

Las explicaciones siempre han sido parte de nuestra naturaleza debido a que el ser humano ha tenido la necesidad y curiosidad inherente de conocer y entender lo que sucede a su alrededor. En esa búsqueda comunica lo que sabe a otros. En este intercambio de conocimiento pueden aparecer nuevas dudas o interrogantes, las cuales formarán parte del acto explicativo.

Es fundamental efectuar una revisión del concepto *explicación*, con la intención de orientar e iluminar el análisis de la construcción de las mismas para tener una idea de cómo los alumnos elaboran sus explicaciones en el salón de clases. Considero que es oportuno conocer el significado etimológico del término y con él, cómo ha sido interpretado por algunos autores, intentando dar respuesta a tres interrogantes ¿qué se entiende por explicación? ¿qué caracteriza a una explicación? ¿en qué situaciones utilizamos las explicaciones?.

Para poder definir el concepto de explicación recurro a la interpretación que plantean Parra, Pinzón y Villalba (2013). Los autores retoman lo que se menciona en el diccionario etimológico, el cual enuncia que el término *explicación* proviene del latín «*explicare*», *ex* sacar y *plicare* acción de desplegar o desenvolver, es decir, implica hacer comprensible lo que estaba oculto. Distintos autores hablan de que la explicación permite sacar a la luz

situaciones no obvias y que a través del proceso explicativo salen a relucir, de tal manera que lo que se desea transmitir pueda ser entendible para otros (Hempel 1965, Arca, Guidoni y Mazzoli 1990, Candela 1997, Norris, Guilbert, Smith, Hakimelahi y Phillips 2005, Eder y Adúriz-Bravo 2008).

Norris et al., (2005) agregan que las explicaciones buscan resolver un problema o dificultad y para elaborarlas influyen las circunstancias que la han generado, ya sea, el lugar, el tipo de persona a la que se le está tratando de explicar, el fenómeno que se desea explicar, e inclusive el lenguaje que se emplea. Candela (1997) coincide en este último punto al considerar que las expresiones verbales facilitan la comprensión de una explicación. En esa línea de ideas Ogborn, Kress, Martins y McGillicuddy (1997) añaden que explicar también incluye la acción, los gestos y las relaciones personales que se unen en los actos de comunicación.

Dentro de nuestra vida cotidiana la explicación forma parte de un proceso en el que como seres humanos tenemos la intención y necesidad de comunicarnos con nuestros semejantes, buscando que la persona que nos escucha pueda entender lo que se le está diciendo (Hempel 1965, Arca, Guidoni y Mazzoli 1990, Maturana 1995). Al respecto, Alcalá (2000) incorpora que la comunicación implica expresar ideas, dar a conocer las opiniones, expresar puntos de vista o contradicciones, siendo estos aspectos los que le darán mayor validez a las explicaciones generadas. Para Alcalá estas ideas reciben el nombre de competencia lingüística y comunicativa ya que al momento de explicar intentamos que queden claras aquellas situaciones, ideas o conceptos que resultan difíciles de comprender para los que participan en el proceso.

En términos generales se puede afirmar que en una explicación sobresalen tres elementos indispensables: el sujeto que hace la explicación, el sujeto que la recibe, y el proceso comunicativo que se da entre las personas que en él

participan. Estos tres elementos se entrelazan al momento de realizar preguntas, estas preguntas parten de la necesidad de quien pregunta por el cómo, el qué o el porqué de un determinado estado de cosas, (Maturana 1995, Eder y Adúriz-Bravo 2008). En esta misma línea de ideas, Gilbert, Boulter y Rutherford (1998) afirman que para poder responder a las preguntas que surgen existen diferentes tipos de explicación dependiendo la pregunta que se quiera responder. Maturana (1997) pone de manifiesto que, por pertenecer a una cultura que se basa en la ciencia moderna, actualmente al ser humano le gusta explicar y formular preguntas que se resuelven con respuestas explicativas. Para Eder y Adúriz-Bravo (2008) el análisis epistemológico propone que las preguntas que se realicen deben estar orientadas a generar conocimiento científico de tal forma que ello permita interpretar los fenómenos que ocurren en el mundo.

La construcción de preguntas y respuestas que implica la explicación es un proceso inevitable en la vida de los seres humanos porque buscamos comprender las causas de los fenómenos que ocurren en nuestra cotidianidad. Algunas inquietudes o preguntas surgen de manera espontánea al estar en contacto con otras personas. Este proceso de socialización puede ayudarnos a fortalecer, rechazar o replantear nuestras ideas y nos brinda la oportunidad de escuchar diferentes explicaciones.

Para Alcalá (2000) la explicación es una función del discurso que engloba dominios como la experiencia y el conocimiento teórico. La experiencia se encuentra dada por la interrelación existente con la cotidianidad, en el acercamiento vivencial a una situación, en donde se pasa del papel de simple observador a actor. Esta comprende un cúmulo de situaciones evidenciadas a través de los sentidos, que permiten construir explicaciones frente a diversos hechos y fenómenos. El conocimiento teórico por su parte, se encuentra relacionado con el sustento que sirve como base y fundamento a las explicaciones, que puede constituir las razones, causas, efectos, y ubicarlas en un contexto determinado. Este conocimiento se va estructurando como

forma de respuesta a los diversos cuestionamientos que se generan en el día a día, los cuales construyen la necesidad de explicar.

2.2 La construcción de explicaciones en la ciencia

Al interaccionar con otros individuos tratamos de utilizar un lenguaje en donde las palabras expresadas tengan claridad y sean accesibles para las personas que nos escuchan. No obstante, este lenguaje puede volverse abstracto y amplio al momento de realizar explicaciones relacionadas con la ciencia, originando en algunas ocasiones dificultad en lo que se desea comunicar.

Al hablar de ciencia se da por hecho que ya es explicativa y que su objetivo final es avanzar en la comprensión del mundo a partir de teorías y leyes (Bunge,1988). Sin embargo, el construir explicaciones científicas no fue un proceso que se haya generado de la noche a la mañana, sino que en él han existido algunos autores que han realizado contribuciones notables que hoy en día nos permiten explicar algunos fenómenos que ocurren en el mundo. Al respecto Mayr (1998) señala que, entre los filósofos antiguos y de su época existía controversia en la forma en cómo se construía y se ponía a prueba una explicación del mundo natural. Filósofos de la ciencia como Descartes, Hume, Kant, Russell, Popper, por mencionar algunos, describían los métodos de los científicos o les decían a éstos cómo debían elaborar sus explicaciones y experimentos para que sus hallazgos se pudieran considerar como “ciencia buena”.

Como lo afirma Mayr (1998) el problema de construir explicaciones en la ciencia no es algo nuevo y en la actualidad no existe una manera uniforme o correcta de ver la explicación científica. Al respecto, Verdugo (2005, p.51) menciona: “sabemos hacer ciencia, pero no contamos con una visión compartida, con cierta unanimidad, por parte de científicos y filósofos con respecto a qué estamos haciendo cuando hacemos ciencia”. Por su parte

Concari (2001) ahonda que la explicación científica es uno de los principales problemas en los cuales la epistemología debería dar respuesta a ciertas interrogantes, por ejemplo ¿cómo es concebida la explicación por las distintas corrientes epistemológicas? ¿qué respuesta ofrecen los epistemólogos al problema de la explicación científica?, o ¿cuáles son sus posturas con respecto a los modelos y teorías científicas que intentan explicar el mundo?. En todo caso, poder contar con una caracterización adecuada de la explicación científica debería ser una condición necesaria para una comprensión global de la ciencia.

En la investigación científica existen dos grandes preocupaciones humanas que son las que de alguna manera han posibilitado el quehacer científico del ser humano y con él la elaboración de explicaciones científicas. La primera de ellas es de naturaleza práctica, en la que el ser humano busca tener mejores posibilidades en el mundo y aplicar los conocimientos que va adquiriendo. La segunda preocupación consiste en la curiosidad intelectual del ser humano con la finalidad de tener un mejor entendimiento de los sucesos que ocurren a su alrededor y comprender cómo y porqué ocurren (Hempel,1965). Es conveniente resaltar que la propia ciencia ha delimitado que si las explicaciones científicas carecen de fundamentos que avalen su veracidad o credibilidad éstas se corregirán o inclusive serán descartadas. Debido a su naturaleza exhaustiva, las explicaciones que ofrece la ciencia están enfocadas a estudiar y describir los fenómenos, inclusive anticipando la ocurrencia de ellos de acuerdo con leyes establecidas.

Mayr (1998) afirma que para poder explicar el mundo natural primeramente se tuvo que recurrir a lo sobrenatural, debido a que muchas de las religiones y culturas trataban de dar respuesta a las cosas que sucedían atribuyendo poderes mágicos a espíritus o dioses. Los antiguos griegos propusieron una visión alternativa, explicando los fenómenos que ocurrían en el mundo a partir de fuerzas naturales basado en la observación.

La filosofía que se desarrolló durante el siglo VI a.c. fue adquiriendo más importancia y notoriedad debido a que se dio a la tarea de explicar el mundo intentando determinar cuál debía ser el ideal del “saber”. El tercer tipo de sistema explicativo que surgió con la revolución científica en los siglos XVI y XVII fue la ciencia.

No se debería considerar que las explicaciones sobrenaturales, la filosofía y la ciencia han sido etapas consecutivas una de otra, sino más bien son complementarias y han servido como factores explicativos a lo largo de la historia de la humanidad debido a que desde diferentes ángulos todas estas explicaciones buscan la comprensión o entendimiento de lo que observan.

En este devenir respecto a las explicaciones que ofrece la ciencia, algunos autores han elaborado algunas propuestas con la intención de clasificar las explicaciones y lograr establecer con ello las características al momento de su elaboración.

Nagel, (1961) realiza una categorización enfocada a las explicaciones científicas, enlistándolas de la siguiente manera:

a) Deductivas: en las que nos preguntamos ¿por qué sucede un fenómeno?, y construimos la respuesta atendiendo a leyes generales y de acuerdo con las condiciones antecedentes de ocurrencia del fenómeno. Así, lo que se explica debe deducirse lógicamente de las condiciones antecedentes y apelando a leyes generales.

b) Probabilísticas inductivas: donde un evento se explica mostrando que su ocurrencia es altamente probable con base en los hechos conocidos y en las nociones probabilísticas.

c) Explicaciones funcionales o teleológicas: se asocian con estudios biológicos o preocupaciones humanas; en ellas se aborda el propósito o función de algo.

d) Genéticas o narrativas: relatan una historia para comprender un acontecimiento.

Gilbert et al. (1998) por su parte clasifican las explicaciones en las siguientes categorías:

a) Explicación intencional: por qué se solicita la explicación, es decir, cuál es el problema al que se responde.

b) Explicación descriptiva: cómo se comporta el fenómeno explicado, explicar no puede ser otra cosa que describir sucesiones de fenómenos, poner de manifiesto relaciones regulares de anterioridad y de posterioridad entre los eventos.

c) Explicación interpretativa: de qué se compone el fenómeno, se moldea según el contexto donde se moviliza el estudiante, es decir el sujeto le da una explicación según sus conocimientos culturales y sociales, entre otros.

d) Explicación causal: por qué el fenómeno se comporta como lo hace. Estas explicaciones son orientadas hacia la búsqueda de las causas de un fenómeno o una solución a un determinado problema, es ir atrás y buscar las razones.

e) Explicación predictiva: cómo se comportará el fenómeno en el futuro, o cómo debería comportarse en otras circunstancias.

Otro tipo de clasificación es la propuesta por Norris et al. (2005) quienes se enfocan a conocer las explicaciones que realizan los estudiantes en el salón

de clases. Los autores dividen estas explicaciones atendiendo a su función, de la siguiente manera:

a) Para ampliar un significado: es decir, explican qué es algo, lo hacen entendible y lo clarifican.

b) Para justificar: lo que implica apelar a normas, estándares o valores establecidos.

c) Para describir: esto es, decir qué pasa o sucede y se introduce generalmente una secuencia temporal.

d) Para establecer causalidades: en la cual se introducen los mecanismos que causan un patrón observado.

Las clasificaciones anteriores nos dan un panorama sobre distintas tipologías existentes. Esto no significa que una sea mejor que otra, ya que en su caracterización puede influir el contexto en donde se van a emplear o lo que se quiere explicar, por lo que la utilización de ellas dependerá en gran medida de esto. Estos tipos de explicación que los diferentes autores proponen pueden tener semejanza entre ellas al momento de conocer las características que la componen. Por ejemplo, la explicación narrativa o genética de Nagel (1961) tiene similitud con la explicación interpretativa de Gilbert (1998) debido a que ambas buscan la comprensibilidad de algún fenómeno, de llegar a entender su sentido. Así mismo, las explicaciones descriptivas y causales de Gilbert (1998) aparecen en la propuesta de Norris et al. (2005) coincidiendo en su definición.

En el presente trabajo de tesis, utilicé la propuesta de Norris y colaboradores, considerando que la clasificación de los autores está orientada a conocer las explicaciones que los estudiantes elaboran en el aula de clases.

Categorizarlas de esta manera me permitirá tener un acercamiento más apropiado respecto al tipo de explicación escolar que los alumnos realizan.

2.3 El papel de la explicación en el proceso de enseñanza y su relevancia en la formación de los estudiantes

Situándonos desde una perspectiva didáctica donde se deben considerar diferentes alternativas que posibiliten a los estudiantes la comprensión de las ciencias naturales, es indispensable acompañar a los alumnos en el proceso de construcción de explicaciones científicas que les permitan participar e involucrarse en situaciones que suceden a su alrededor.

Si se considera que explicación y enseñanza son términos que van de la mano, en los salones de clase es imprescindible que el maestro utilice diversas estrategias de enseñanza, ya que para construir una buena explicación científica escolar se necesita de su guía y habilidad para incentivar a los alumnos en la elaboración de las mismas (Ogborn, Kress, Martins y McGillicuddy 1997, Quintanilla 2006, Eder y Adúriz-Bravo 2008). Por esta razón, la escuela no debería solamente transmitir conocimiento fáctico o memorístico, sino incorporar métodos de enseñanza vinculados a situaciones reales encaminados a que los alumnos logren realizar explicaciones que les ayuden en la construcción de su propio conocimiento.

Poder explicar los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor es parte de una formación científica que los alumnos deben adquirir. Por ende, explicar en el aula de clase hoy en día se convierte en una necesidad que puede coadyuvar a resolver diferentes interrogantes que se presentan en el alumnado, generar espacios que den a los estudiantes la oportunidad de comunicar sus ideas, y apoyar a que muestren acercamiento e interés por participar en clase.

Si bien es cierto los alumnos llegan al salón de clase cargados de explicaciones de sentido común, es aquí cuando el docente puede retomar

esas ideas y darles un sentido en la que estas explicaciones se conviertan en explicaciones científicas escolares. Esto es aún más relevante cuando se considera que la construcción de este tipo de explicaciones no es un suceso que ocurra de manera espontánea o azarosa, por lo que se debe desarrollar en el alumnado la habilidad de poder transmitir ideas de manera verbal o escrita. Construir explicaciones científicas en el aula puede favorecer que los alumnos accedan a conocimientos perdurables. No se pretende que en todos los casos lleguen a conceptos científicos acabados o definitivos, se espera que evolucionen en la forma de ver las cosas y de explicar sobre el por qué ocurren las mismas (Candela, 2001).

Eder (2005, p.4) menciona que “La explicación didáctica requiere de ejemplos concretos y un lenguaje compartido que permita la comunicación”. Por lo tanto, en los salones de clase se debería buscar que los alumnos elaboren explicaciones científicas escolares. De acuerdo con Gómez (2006) al hablar de construcción de explicaciones escolares éstas tienen una finalidad, están ligadas a las prácticas y, por tanto, ligadas a situaciones específicas. Para la autora las explicaciones científicas escolares deben cumplir determinados aspectos:

- 1) Construir preguntas que resulten significativas y relevantes para los estudiantes. Por ello, una buena explicación, vinculada a la enseñanza, debe tener características tales como adecuación al “nivel” del alumno, claridad, presencia de ejemplos adecuados, simple, concreta (Eder, 2005).

- 2) Responder a esas preguntas partiendo de las ideas de los alumnos y buscando la integración de ideas nuevas, propiciando su organización y el establecimiento de relaciones entre éstas y los fenómenos que explican. Ogborn y sus colaboradores (1997) agregan que las contribuciones de los estudiantes son cruciales y son el material real del que se van a nutrir las explicaciones. Analizar los conocimientos de partida de los alumnos puede

permitir que se elaboren explicaciones mejor fundamentadas, donde el estudiante sea una persona activa con la capacidad de emitir opiniones o ideas.

3) Las explicaciones que los alumnos construyan deben involucrarlos en situaciones que ocurren a su alrededor e inclusive puedan ser útiles en la toma de decisiones. Por consiguiente “en las clases de ciencias los estudiantes deben tener oportunidades de desarrollar habilidades para proporcionar más explicaciones” (Concari, 2001, p.91), ya que esto posibilita que los estudiantes desarrollen herramientas intelectuales y sean ellos mismos quienes construyan sus propias explicaciones científicas escolares (Eder y Adúriz-Bravo, 2008).

2.4 La explicación biológica en el tema de los caracteres sexuales secundarios

Muchos de los sucesos biológicos que ocurren en el ser humano pueden ser explicados por las Ciencias Naturales. Tal es el caso de las hormonas sexuales y su participación en la aparición de los caracteres sexuales secundarios que emergen durante la etapa de la pubertad.

Desarrollar explicaciones sobre este tema puede resultar complicado para los estudiantes, sobre todo si se considera que algunos términos empleados en la explicación biológica pueden resultar abstractos o difíciles de comprender para el alumnado.

Para poder entender esta complejidad es necesario hacer una revisión de la explicación del fenómeno biológico desde la mirada científica. Esto puede ayudarme a tener un mejor entendimiento y claridad en el tema, de tal manera que, al trasladarlo al aula de clases, se utilice un lenguaje claro y entendible en el que los estudiantes logren comprender el tema y a la vez despierte en ellos la capacidad por elaborar sus propias explicaciones de acuerdo con los cambios físicos que han experimentado.

Güemes, Ceñal e Hidalgo (2017) hacen mención que la palabra pubertad proviene del latín “*pubere*” que significa pubis con vello. Hacen hincapié en que esta etapa se caracteriza por ser un proceso biológico en el que se produce el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la maduración completa de las gónadas y glándulas suprarrenales, así como la adquisición del pico de masa ósea, grasa y muscular y se logra la talla adulta. Se considera que el inicio de la pubertad aparece entre los 8-13 años en las niñas y el aumento del tamaño testicular entre los 9-14 años en los niños.

Para Juárez, Quevedo, Reséndiz y López (2013) en la pubertad aparecen diferentes cambios que a la larga forman parte de la maduración sexual. Esta madurez biológica dependerá sobretodo del funcionamiento del sistema endócrino y del sistema reproductivo, donde se encuentran involucrados el hipotálamo, la hipófisis y las gónadas.

Cabe resaltar que en esta etapa evolutiva, en el hipotálamo se libera la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la hormona liberadora de hormona del crecimiento (GHRH) y la somatostatina. A su vez, se da una respuesta hipofisiaria a estas señales químicas, liberando la hormona luteinizante (LH), la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona del crecimiento (GH). Finalmente, estas inducen la producción de andrógenos, progestágenos, estrógenos e inhibinas, así como factores de crecimiento semejantes a la insulina (IGF) y, desde luego, la producción de gametos a nivel gonadal (Juárez, et al., 2013, p.240).

Iglesias (2013) por su parte afirma que los caracteres sexuales secundarios dan lugar a la maduración sexual de los adolescentes. Dentro de los principales cambios se pueden encontrar el desarrollo del vello pubiano y crecimiento de los testículos, pene y desarrollo de las mamas. Estos son los hechos más visibles de los cambios en la morfología corporal de los adolescentes: una preparación para la función reproductora.

Derivado de las explicaciones proporcionadas por los autores, la explicación científica de cómo aparecen los caracteres sexuales secundarios ofrece muchos elementos biológicos que pueden resultar complicados para los estudiantes de nivel secundaria. Es por esta razón que las explicaciones que se construyan deben incorporar un lenguaje entendible para los estudiantes. Por ello la explicación de cómo se originan estos cambios se debe adaptar al nivel educativo y edad de los alumnos.

2.5 Algunos estudios referentes al tema de explicaciones

En esta sección se presentan algunos trabajos o investigaciones que se han realizado en los salones de clase en torno al tema de la construcción de explicaciones. El objetivo es mostrar la manera en cómo docentes y estudiantes participan en este proceso y a la vez identificar algunos elementos que pueden ser relevantes para este trabajo de tesis.

En el trabajo titulado “El uso de la explicación en una receta de cocina científica”, Solsona e Izquierdo (2003) realizaron una intervención didáctica en el laboratorio de química con la finalidad de ver cómo los estudiantes a partir de la redacción de una receta de cocina van elaborando explicaciones referentes al cambio químico y transformación de la energía. Dentro de las conclusiones de este estudio se destaca que la presencia de razonamientos causales es mayor cuando se trabaja en textos colectivos que en redacciones individuales. Esto se debe a que existe una discusión grupal, lo que influye en la reflexión al momento de llevar a cabo las explicaciones.

El trabajo descrito previamente tiene similitud con el realizado por Gómez, Sanmartí y Pujol (2005) el cual estaba orientado a que los estudiantes de primaria construyeran explicaciones causales. Una diferencia fue que para poder identificar este tipo de explicaciones los alumnos construyeron un modelo científico escolar de ser vivo en el que a partir de una maqueta se

simulaba un incendio y el proceso posterior de regeneración del bosque. Es importante mencionar que en este segundo estudio las autoras denominan a las explicaciones causales *explicaciones jerárquicamente anidadas*, las cuales están integradas por tres niveles escalares de observación: la generalización, los mecanismos y las constricciones.

Dentro de las principales conclusiones resalta que la construcción de explicaciones jerárquicamente anidadas puede ser un criterio útil para gestionar la conversación en el aula debido a que este tipo de explicaciones permite, además, incorporar la multicausalidad, ya que los alumnos consideran de forma interrelacionada la diversidad de los seres vivos y de situaciones ambientales posibles.

Para Gilbert (1988) y Norris et. al., (2005) las explicaciones causales son importantes porque permiten conocer las causas de un fenómeno e interpretarlas. Este tipo de explicación abordado en los trabajos elaborados por Solsona e Izquierdo (2003) y Gómez, Sanmartí y Pujol (2005) puede ayudarme a identificar si mis estudiantes incorporan explicaciones causales al momento de ir desarrollando cada una de las actividades y si estas explicaciones son más frecuentes cuando se trabaja de manera colectiva y al manipular una maqueta o si por el contrario aparecen con mayor frecuencia en las producciones individuales.

Bohórquez (2012), en su trabajo titulado “Explorando condiciones para complejizar las explicaciones de los estudiantes sobre el funcionamiento de su cuerpo”, se pregunta ¿cómo es posible complejizar las explicaciones del estudiante sobre el funcionamiento del cuerpo a partir de un contenido del plan de estudios de la asignatura de Biología?. Su intención era identificar las condiciones que hacen posible que las explicaciones de los estudiantes sobre el funcionamiento del cuerpo se complejicen, en las que se considere que su realidad no se presenta de manera fragmentada, y que sus necesidades explicativas van más allá del conocimiento disciplinar. En el aula aborda la

temática del sistema endocrino. Esta autora propone que es importante tener en cuenta situaciones en las que los estudiantes se inquieten y desde allí puedan construir explicaciones a nivel estructural y funcional sin desconocer el contexto social que les rodea.

Dicha propuesta es un referente que me permitirá delimitar si las explicaciones de los estudiantes se vuelven más complejas conforme las actividades van avanzando o si al ser un tema que se relaciona con la vida de los estudiantes pudo favorecer a lograr una mayor complejidad y claridad en sus explicaciones o en contraste si las explicaciones generadas se vuelven fragmentadas y menos completas a lo largo de la secuencia de actividades.

En el trabajo titulado “Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología” Gómez (2013) estudió la manera en que estudiantes de primaria y su docente construyen explicaciones de la visión humana. Lo que se pretendía era describir el proceso de modelización que los estudiantes realizan identificando las entidades y relaciones que van incorporando en sus dibujos y en la maqueta y la manera en la cual elaboran una narrativa que les permita explicar teóricamente el fenómeno de la visión humana. La autora concluye que las explicaciones generadas se insertan dentro de una historia narrativa en la que se van introduciendo nuevas ideas y las representaciones se pueden considerar cada vez más abstractas, dado que los estudiantes, poco a poco, se alejan de la representación de la experiencia o el experimento inmediato anterior, integrando ideas generadas en las sesiones de clase anteriores e introduciendo más entidades abstractas, relaciones y propiedades.

El trabajo de Gómez me puede ayudar a identificar si las explicaciones proporcionadas por los estudiantes forman parte de una narrativa en donde los estudiantes dan cuenta de un suceso, en este caso la aparición de los caracteres sexuales secundarios, y observar si existe algún cambio en cuanto

a palabras o términos biológicos que incorporan en su explicación al inicio y termino de las actividades.

Por su parte Niño y Pedraza (2015) en su trabajo denominado “Construcción de explicaciones en clase de ciencias: la experiencia en el humedal el burro”, analizan cómo los estudiantes construyen explicaciones en la clase de Ciencias Naturales. La investigación fue dividida en tres fases. La primera consistió en conocer las ideas previas de los alumnos respecto al humedal. Esto coincide con la propuesta de Ogborn et al. (1997) y Gómez (2006) respecto a la importancia de las ideas de partida de los alumnos. La segunda fase fue conocer los intereses de los estudiantes acerca del humedal a partir de la observación directa. Finalmente, la tercera fase fue construir explicaciones acerca de algún fenómeno que sea de interés para el alumnado.

Para llevar a cabo el análisis utilizaron el análisis y comprensión de textos (textos que realizaron los estudiantes), la observación participante (entrevista, participación directa y observación), y los grupos de discusión. En las actividades que los alumnos desarrollaron las autoras identificaron cuatro clases de explicaciones: relacional, funcional, causal y enunciativa.

Del trabajo anterior se destacan algunos elementos importantes. El primero de ellos es que para realizar el análisis de los datos se revisaron las producciones escritas de cada uno de los estudiantes a partir del análisis de contenido para finalmente realizar un análisis interpretativo de las respuestas de los alumnos y con base en ello establecer el tipo de explicación que generan en cada una de las actividades. Este estudio realizado por las autoras podría acercarme a visualizar si mis resultados tienen similitud con lo que ellas reportan.

Capítulo 3. Marco metodológico

En este apartado se describe la metodología empleada en este estudio, especificando el contexto de la innovación implementada, el tipo de estudio realizado, el enfoque metodológico y el procedimiento que se realizó con cada una de las actividades.

3.1 Contexto de la innovación didáctica

Como seres humanos nos encontramos inmersos en diversas interacciones con el entorno en el que nos desenvolvemos. Estas interacciones que se van entrelazando le dan sentido e importancia a las acciones que se van suscitando dentro de él. Por ello, en este apartado se presentan los elementos que fueron pieza indispensable en la innovación didáctica implementada.

Creo pertinente resaltar que esta fue la primera vez que realicé una secuencia didáctica, por lo tanto, trabajar el tema de los caracteres sexuales secundarios de esta manera fue un proceso totalmente nuevo a mi práctica docente.

La innovación se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Panamericano, ubicado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas. El instituto es una escuela particular y ofrece clases todos los días de la semana en el nivel de secundaria, preparatoria y universidad. Mi labor docente dentro de la institución era impartir clases en el nivel de secundaria y bachillerato en las materias correspondientes al área de Ciencias Naturales.

Se eligió trabajar la implementación en el primer grado de secundaria, donde impartía la materia de Ciencias I, Biología. En este grado y materia se trabaja el tema de los caracteres sexuales secundarios.

Este grupo presenta ciertas características que creo pertinente resaltar. Desde el inicio del periodo escolar en agosto del 2017, los estudiantes fueron

responsables en cuanto a la entrega de trabajos o tareas que se les asignó en la materia de Biología, mostrando interés e inquietud por conocer algunos aspectos relacionados a las Ciencias Naturales.

Es un grupo participativo, donde existe compañerismo entre los estudiantes y éstos mostraron ganas de aprender y seguir adelante. Los estudiantes tenían edades entre 14 y 17 años, sobrepasando la edad respecto a la cual se ingresa a primer grado de secundaria (la cual es aproximadamente 12 años). Esto se debe que algunos de ellos tuvieron que abandonar sus estudios para dedicarse a trabajar por falta de recursos económicos en su hogar, o simplemente porque no tenían ganas de seguir estudiando.

Otra característica es que los alumnos únicamente asistían el domingo a clases con un horario de 7:30 am a 2:00 pm. Dentro de este horario académico, se otorga a los estudiantes dos horas de clase correspondiente a la materia de Biología.

La escuela al tener la modalidad de ofrecer clases de nivel secundaria el domingo, permitió que los estudiantes tuvieran la oportunidad de continuar con sus estudios de secundaria, permitiéndoles trabajar el resto de la semana.

El grupo de primer grado de secundaria elegido se encontraba constituido por 11 estudiantes, 7 de ellos hombres y 4 mujeres. De los 11 alumnos, 10 de ellos desempeñaban algún trabajo en el transcurso de la semana y 5 pertenecían a comunidades indígenas del estado de Chiapas.

La secuencia de actividades que se trabajó con el grupo se desarrolló durante los meses de abril a junio (7 domingos). La duración de cada clase fue alrededor de 100 minutos, en los cuales se realizaron diversas actividades orientadas al tema sobre la aparición de los caracteres sexuales secundarios que aparecen en la pubertad.

En lo que respecta a las actividades implementadas, se realizaron un total de 16 actividades, 4 de ellas en la fase de exploración, 5 en la fase de introducción, 3 en la fase de estructuración y 4 actividades en la fase de aplicación (ver secuencia didáctica implementada en el Anexo 1). Se siguió el modelo de planeación didáctica propuesto por Neus Sanmartí (1997) el cual se explica de manera más detallada en el marco metodológico.

3.2 Tipo de investigación: Estudio con perspectiva investigación-acción

El trabajo de tesis se enmarca dentro de una perspectiva investigación-acción. Este tipo de investigación se caracteriza por incluir una serie de pasos que constan de planificación, implementación y evaluación de los resultados a partir de las acciones que se llevan a cabo (Lewin, 1946 en Latorre, 2005). A pesar de que este tipo de investigación fue propuesto para las actividades que se ejecutan dentro de las organizaciones, en la actualidad estas tres etapas propuestas por Lewin son utilizadas en el ámbito educativo.

La investigación-acción puede cumplir diversos propósitos o finalidades en la educación, dentro de los que se pueden mencionar los siguientes: puede ser una herramienta útil para mejorar la práctica educativa del docente, facilita que el docente pueda comprender su práctica y al mismo tiempo posibilita que a partir de ello pueda reflexionar sobre su papel en el aula con la finalidad de realizar cambios a su forma de enseñanza. Así mismo, la investigación-acción plantea que los procesos educativos se pueden mejorar, siempre y cuando existan cambios sustanciales por parte del docente (Kemmis y McTaggart, 1988 en Latorre, 2005).

Desde la posición de la educación, el concepto investigación-acción es bastante amplio y engloba la descripción de diversas actividades que el docente utiliza en el aula para cumplir diferentes objetivos, ya sea el crecimiento profesional, mejorar los contenidos curriculares o diseñar estrategias de planeación para obtener mejores resultados (Latorre, 2005).

Estas actividades diseñadas por el docente incorporan la implementación de estrategias que posteriormente son analizadas por el mismo docente, lo que conlleva a un proceso de reflexión que le permita conocer el avance logrado con las actividades y finalmente a partir de esto conducir a un cambio en su método de enseñanza.

Es importante resaltar que el presente trabajo de tesis es la primera parte del ciclo de investigación-acción ya que a partir de la secuencia didáctica implementada y los resultados obtenidos puedo realizar mejoras a mi práctica docente. Por ende, este tipo de investigación es un parteaguas que puede darme un panorama respecto a los cambios que puedo realizar en el aula al momento de trabajar el tema de los caracteres sexuales secundarios. A la vez también permite modificar algunas actividades de la secuencia didáctica considerando los aciertos y desaciertos que se tuvieron al momento de llevarlas a cabo y a partir de ello elaborar una nueva propuesta de cómo trabajar el tema.

3.3 Procedimiento

Las actividades que se trabajaron en el salón de clases siguieron el modelo de secuencia didáctica propuesto por Sanmartí (1997). La autora divide este modelo en cuatro momentos o fases que son los siguientes:

- actividades de exploración.
- actividades de introducción de conceptos/procedimientos o de modelización.
- actividades de estructuración del conocimiento, y
- actividades de aplicación.

3.3.1 Recolección de datos

A partir de la secuencia didáctica implementada se obtuvieron producciones escritas, videos de la participación de algunos alumnos y fotografías de las actividades. Es conveniente mencionar que para la recolección de algunos datos se contó con la ayuda de una persona ajena a la institución, quien facilitó la toma de fotografías y videos. Posteriormente todos los datos que se obtuvieron fueron almacenados en un medio digital (una carpeta de one drive) con la finalidad de llevar un registro controlado y evitando con ello la pérdida de datos.

3.3.2 Enfoque metodológico: Análisis de contenido

Para poder realizar el análisis de las actividades utilicé el enfoque metodológico denominado análisis de contenido propuesto por Bardin (1996). Recurrí a este enfoque debido al tipo de datos y producción que se obtuvieron en las actividades, teniendo en cuenta que este enfoque metodológico ofrece un sistema riguroso de pasos que se deben seguir al analizar el contenido de la comunicación escrita u oral. Dicha metodología se puede emplear para el análisis de discursos, reportes, u otras expresiones escritas o verbales. A partir de esto se elaboran unidades de análisis como conceptos, ideas o palabras. Para el presente trabajo de tesis se utilizaron y adaptaron algunos de los pasos que el autor propone.

I. Preanálisis

Es la fase de organización del material que tiene por objetivo la operacionalización y la sistematización de las ideas para posteriormente seleccionar el plan de análisis que se va a desarrollar con las actividades que hayan sido elegidas. Algunas acciones realizadas en esta fase son:

1.- Lectura inicial del material: este paso que el autor propone fue una pieza importante en este trabajo de tesis ya que antes de seleccionar las actividades

que serían sometidas al análisis tuve que conocer los datos con los que contaba y realizar una revisión de cuáles eran los productos que se habían obtenido en cada una de las actividades.

2.- Selección de los documentos: es importante señalar que, para poder seleccionar los datos, todas las actividades que los estudiantes realizaron fueron transcritas de manera textual. Posteriormente analicé en cuáles de ellas di la instrucción explícita o implícita de elaborar explicaciones.

3.- Constitución del *corpus* de análisis: para el corpus de análisis del trabajo de tesis seleccione un total de seis actividades ya que en ellas los alumnos elaboraban explicaciones. Lo anterior se detalla en el apartado 6.2.3.

4.- Elaboración de unidades de análisis: para el trabajo de tesis las unidades de registro para el análisis fueron los términos biológicos y relaciones entre estos que los alumnos incorporaban al momento de elaborar sus explicaciones.

II. Aprovechamiento del material o explotación del material

Es el trabajo sistemático de convertir los documentos seleccionados en datos o unidades de análisis susceptibles de analizarse y categorizarse.

Aquí empecé el análisis de las actividades pasando las actividades elegidas a una base de datos elaborada en Excel a fin de comparar sistemáticamente las unidades de registro o relaciones entre los términos que los alumnos iban incorporando en sus explicaciones.

III. Tratamiento e interpretación de los resultados obtenidos

Los resultados son tratados de manera que resulten significativos (que "hablen") y sean válidos. En este estudio, después de haber realizado el

análisis de los datos procedí a interpretar los resultados. Para ello utilicé el programa *Cmaptools* con la finalidad de elaborar mapas conceptuales que me dieran una visión clara y más precisa de los resultados obtenidos.

3.3.3 Actividades seleccionadas para el análisis

Considerando el modelo propuesto por Sanmartí realicé un total de 16 actividades (ver anexo 1. Secuencia didáctica implementada). De estas actividades fueron seleccionadas 6, una por cada una de las primeras etapas fase de acuerdo con el modelo, 3 actividades correspondientes a la fase de aplicación. La selección de las actividades se hizo con base en la instrucción que se dio en la actividad y que dio paso a delimitar si de manera implícita o explícita la actividad promovía la construcción de explicaciones. En la tabla 1, se presenta la descripción de las actividades seleccionadas.

Tabla 1. Descripción de las actividades seleccionadas para el análisis

| Fases de la secuencia didáctica, de acuerdo con el modelo propuesto por Sanmartí (1997). | | | |
|--|--|--|--|
| Datos de las actividades implementadas | | | |
| Actividad 1 | Actividad: | Descripción de la actividad: | Dato obtenido: |
| Exploración | Individual Alumnos participantes: 11 | proyecté el inicio del video titulado Body story: sueños adolescentes. A partir del video dicté a los estudiantes la siguiente pregunta: ¿Qué factor o mecanismo consideras que se activa para dar lugar a los cambios que aparecen en la pubertad? Los estudiantes escribieron sus respuestas y 7 de ellos las comentaron oralmente al resto de sus compañeros. | 11 textos y 7 videos de la participación de los alumnos. |
| | | | |

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>Actividad 2 Introducción</p> | <p>Actividad: Individual</p> <p>Alumnos participantes: 11</p> | <p>Descripción de la actividad:</p> <p>proporcioné a los estudiantes la lectura de una situación hipotética en la que dos jóvenes (hombre y mujer) tienen una edad de 17 y 16 años y no han tenido la aparición de los caracteres sexuales secundarios.</p> <p>A partir de este caso los estudiantes redactaron una explicación con fundamentos biológicos sobre cuáles consideraban que eran las causas o factores a los que se debía el retraso o ausencia de cambios y qué podía ocurrir si los cambios no se presentaban, 3 estudiantes pasaron a leer la explicación que habían escrito.</p> | <p>Dato obtenido:</p> <p>11 textos y 3 videos de la participación de los alumnos.</p> |
| <p>Actividad 3 Estructuración</p> | <p>Actividad: Equipo</p> <p>Alumnos participantes: 10</p> | <p>Descripción de la actividad: pedí a los estudiantes la elaboración de una maqueta por equipo, en donde explicaran el proceso que se lleva a cabo para que aparezcan los caracteres sexuales secundarios en hombres o mujeres, según la maqueta que les tocara realizar. A partir de la maqueta cada equipo elaboró una explicación escrita describiendo el proceso que da lugar a la aparición de los caracteres sexuales.</p> <p>Posteriormente cada equipo paso a explicar su maqueta de manera oral con el grupo.</p> | <p>Dato obtenido:</p> <p>fotografías de las 4 maquetas, producciones escritas y videos de los 4 equipos.</p> |
| | | | |

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>Actividad 4 Aplicación</p> | <p>Actividad: Individual</p> <p>Alumnos participantes: 11</p> | <p>Descripción de la actividad: proporcione a los estudiantes una situación hipotética de un joven llamado Mario de 15 años y una niña de nombre Alondra de 10 años, que tenían duda respecto a qué edad deberían aparecer los caracteres sexuales secundarios, ya que se encontraban preocupados por esa situación. A partir de este problema los alumnos desarrollaron una explicación escrita desde el punto de vista científico-biológico, respecto a cómo ayudarían a Mario y Alondra a comprender la situación en la que se encuentran.</p> | <p>Dato obtenido: 11 textos</p> |
| <p>Actividad 5 Aplicación</p> | <p>Actividad: Individual</p> <p>Alumnos participantes: 11</p> | <p>Descripción de la actividad: devolví a los estudiantes el texto realizado en la actividad 1 (video Body story) y la redacción de la actividad de Mario y Alondra (Actividad 4), la indicación que di a los estudiantes fue que volvieran a leer lo que habían escrito comparando lo que sabían al inicio y final del tema. Con base en ello, los alumnos de manera individual hicieron una reflexión por escrito mencionando los avances que consideraban habían logrado respecto a la comprensión del tema.</p> | <p>Dato obtenido: 11 textos</p> |
| <p>Actividad 6 Aplicación</p> | <p>Actividad: Equipo</p> | <p>Descripción de la actividad: formé 3 equipos, la instrucción fue que discutieran y comentaran</p> | <p>Dato obtenido: 3 producciones</p> |

| | | | |
|--|--------------------------------------|---|--------------------------------|
| | Alumnos participantes: 11 | entre ellos lo que habían aprendido sobre la aparición de los caracteres sexuales secundarios analizando las respuestas de las actividades (1 video Body story) y actividad 4 Mario y Alondra. Con base en este análisis los alumnos discutieron qué habían aprendido, qué sabían al inicio del tema y qué saben al finalizar las actividades, después de ello los alumnos redactaron las conclusiones a las que había llegado el equipo y las compartieron con el resto del grupo. | escritas, una por cada equipo. |
|--|--------------------------------------|---|--------------------------------|

3.3.4 Organización de los datos

Los datos recabados de las actividades seleccionadas fueron transcritos de manera textual a una base de datos elaborada en el programa Excel. Las primeras actividades que fueron organizadas en la base de datos corresponden a la fase de introducción (actividad 1) y a la de aplicación (actividad 4). Se seleccionaron estas actividades debido a que presentaban similitud, esta similitud consistía primordialmente en que ambas actividades partían de un problema hipotético en el que existía la instrucción explícita de formular una explicación con fundamentos biológicos (ver tabla 1). Esta forma de empezar a sistematizar los datos ya seleccionados corresponde a la etapa que Bardin llama *Aprovechamiento del material o explotación del material*.

Tomando como base la propuesta de Bardin referente a la unidad de análisis, en la base de datos se incorporaron diversas filas y columnas con la finalidad de descomponer las transcripciones textuales en unidades de registro. Las unidades de registro seleccionadas fueron las palabras o términos biológicos

que los estudiantes incluían en su explicación, y los enunciados que agregan en ellas. Dentro de la base de datos incorporé una columna en donde escribí un modelo de explicación que elaboré retomando algunas ideas que se esperaba el alumno alcance de acuerdo con las actividades trabajadas en el aula de clases. Posteriormente, a partir de estas ideas construí el mapa conceptual que se detalla en el apartado 6.2.5. En la columna final, incluí una descripción respecto al avance que consideraba el alumno había logrado al realizar la actividad. Para el resto de las actividades también se utilizaron bases de datos creadas en Excel.

3.3.5 Identificación de términos y relaciones

Con el propósito de tener mayor claridad en el análisis de los datos y en las explicaciones proporcionadas por los estudiantes utilicé el programa *Cmaptools* que permite elaborar mapas conceptuales. Para poder establecer el avance que los estudiantes lograron en la construcción de sus explicaciones elaboré un modelo de explicación retomando las ideas expuestas en el marco teórico.

Este modelo de explicación se relaciona con lo visto en clase, considerando que en la fase de introducción realicé una exposición del tema con la finalidad de que los estudiantes empezaran a incorporar nuevas ideas relacionadas con el tema. Es pertinente mencionar que la exposición fue breve, debido a que se esperaba que a partir de las otras actividades a realizar por los estudiantes fueran capaces de comprender y explicar el tema.

El modelo de explicación se encuentra conformado por siete términos biológicos y cinco relaciones entre estos. Los términos y relaciones se encuentran indicados con colores diferentes. Utilizar colores diferentes facilitó identificar la aproximación o lejanía que los estudiantes tenían respecto a la explicación propuesta.

A partir del análisis de las actividades elaboré mapas conceptuales de las explicaciones que los alumnos realizaron en la fase de introducción, estructuración y la actividad 4 de la fase de aplicación. La finalidad de crear mapas conceptuales es que estos me permitían hacer una comparación con la explicación modelo y observar de manera clara y precisa los términos biológicos y relaciones que los alumnos incorporan en la construcción de sus explicaciones. Es importante resaltar que en la actividad de introducción (actividad 2) y aplicación (actividad 4) fueron elaborados 11 mapas conceptuales en cada actividad, uno por cada estudiante, terminando con un total de 22 mapas. Los mapas conceptuales de ambas actividades fueron comparados entre sí para cada estudiante, observándose diferencias en cuanto a los términos biológicos que los alumnos incorporaban en su explicación (Figura 1). Posteriormente se realizó la comparación de mapas conceptuales entre los 11 estudiantes.

En lo que concierne a la actividad de estructuración (actividad 3) realicé un total de 8 mapas conceptuales, dos por cada equipo, uno correspondiente a la explicación escrita y el otro a la explicación oral, con la finalidad de observar si existían diferencias entre la explicación escrita y oral. Para finalizar el análisis de estas actividades se realizó una descripción del avance logrado por el estudiante.

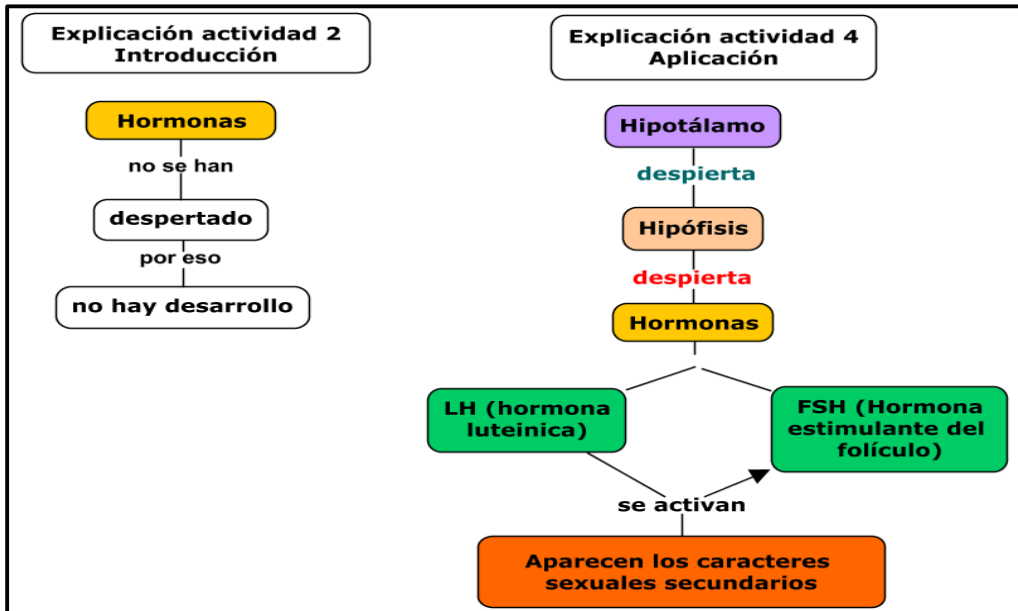


Figura 1. Ejemplo de mapas conceptuales de explicaciones en la fase de introducción, y aplicación, de uno de los estudiantes.

En lo que respecta a la actividad de exploración (actividad 1), y las dos actividades finales de la fase de aplicación (actividad 5 y 6), también se acudió al uso del programa *Cmaptools*. En este caso se colocaron las ideas o enunciados que los alumnos incorporaron en su explicación. Esto se debe a que en el análisis de estas actividades se tomaron como eje principal y como unidad de registro las ideas iniciales y finales de los alumnos (Figura 2). En cada una de estas actividades se comparó entre los estudiantes si existía similitud en las ideas que expresaban y se marcaron de un color aquellas ideas que tenían similitud.



Figura 2. Ejemplo de las ideas de uno de los estudiantes respecto a la aparición de los caracteres sexuales secundarios al inicio y al final de las actividades.

3.3.6 Comparación de explicaciones y seguimiento de los estudiantes

Después de haber elaborado el análisis de cada una de las actividades, se procedió a realizar el seguimiento de cada estudiante a lo largo de las 6 actividades desarrolladas con la finalidad de comparar la manera en la que los alumnos van construyendo sus explicaciones respecto a la aparición de los caracteres sexuales secundarios.

Para poder hacer el seguimiento fue necesario volver a utilizar el programa *Cmaptools*, ya que este nos ofrece la posibilidad de mostrar los resultados obtenidos en cada una de las actividades de manera gráfica y visual, permitiendo observar la complejidad de cada una de las explicaciones de manera secuencial, lo que facilita el análisis de los datos.

Dentro del mismo programa de *Cmaptools* se colocó el seguimiento de los 11 estudiantes en las 6 actividades a fin de poder establecer si existía similitud o diferencias en la construcción de sus explicaciones.

3.3.7 Clasificación de explicaciones

Después de haber realizado el análisis y seguimiento de los estudiantes, se estableció el tipo de explicación que elaboraron en cada una de las actividades. Para abordar este punto, trabaje con la clasificación de explicaciones escolares propuestas por Norris et al. (2005). Decidí trabajar con esta categorización derivado de los resultados del análisis, ya que, por la naturaleza de las respuestas explicativas realizadas por los estudiantes considero que estas son explicaciones científicas escolares que se encuentran en las categorías propuestas por los autores. La importancia de clasificar el tipo de explicación consiste en que estas categorías me permiten visualizar la forma en la que los alumnos se van apropiando de conocimientos que les permiten explicar y comprender un fenómeno biológico.

Desde mi visión docente conocer el tipo de explicación que los alumnos elaboran es un referente para establecer cómo los alumnos entienden y se explican que aparezcan cambios físicos durante la etapa de la pubertad. Resulta relevante también comprender si estas explicaciones que construyen se relacionan con sus experiencias personales.

Tabla 2. Clasificación de explicaciones científicas escolares atendiendo a su función de acuerdo a Norris y colaboradores (2005).

| a) Para ampliar un significado | b) Para justificar | c) Para describir | d) Para establecer causalidades |
|--|---|---|---|
| Es decir, explican qué es algo, lo hacen entendible y lo clarifican. | Lo que implica apelar a normas, estándares o valores establecidos | Esto es, decir qué pasa o sucede; se introduce generalmente una secuencia temporal. | En la cual se introducen los mecanismos que causan un patrón observado. |

En la tabla anterior se presentan los diferentes tipos de explicación escolar que los alumnos pueden construir en los salones de clase. Es importante que como docentes conozcamos las explicaciones que se pueden generar en el aula sobre todo si consideramos que en algunas ocasiones se pide a los estudiantes construir explicaciones. Por ello, es necesario que el docente tenga conocimiento de los tipos explicativos que se pueden generar en el desarrollo de diferentes actividades que se llevan a cabo en el aula.

Capítulo 4. Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con la implementación de las actividades que fueron seleccionadas y se discute si las explicaciones que los alumnos construyen en el salón de clases se relacionan con la actividad realizada.

4.1 Identificación de términos y relaciones.

Para poder describir el grado de avance que los estudiantes lograron en la construcción de sus explicaciones, éstas fueron comparadas con el modelo de explicación idóneo propuesto (ver figura 3). Este modelo se basa en el contenido biológico que se manejó en las sesiones y considera 7 términos y 5 relaciones. Cabe señalar que también se consideraron otras relaciones entre los términos siempre y cuando fueran correctas.

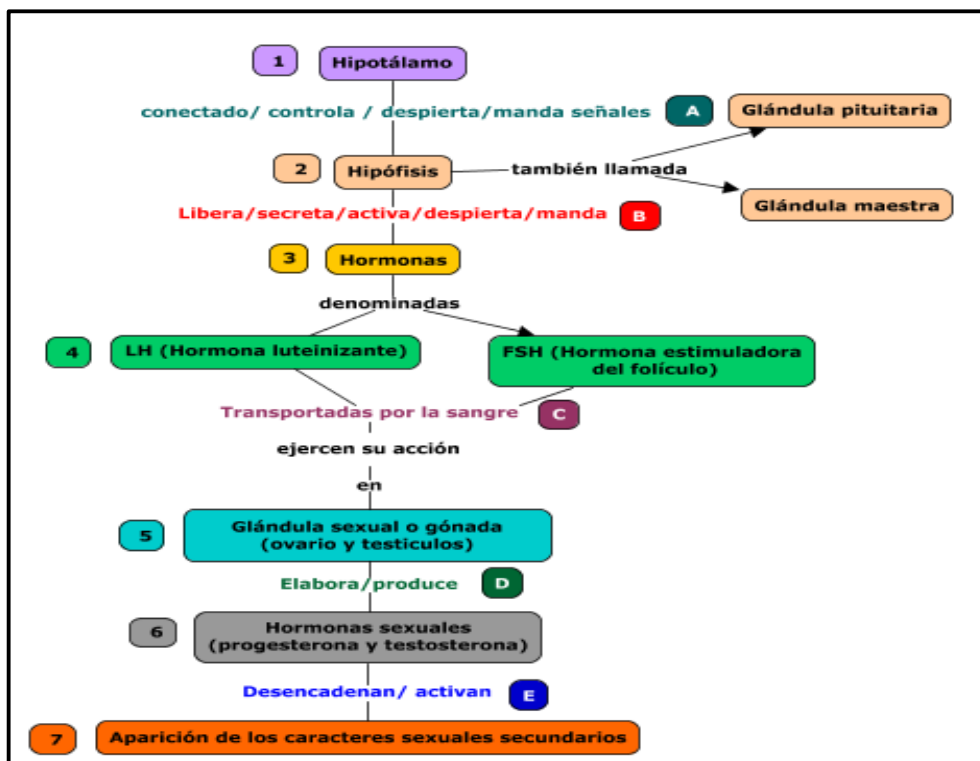


Figura 3. Modelo de explicación escolar que se espera el alumno construya al final de las actividades. Los términos biológicos están indicados con números, y las relaciones entre estos están señalados con letras.

4.2 Niveles de explicación.

Cabe mencionar que para poder definir el nivel de explicación en el que se ubican los estudiantes se utilizó como base la actividad 4, considerando que esta actividad fue realizada en la fase de aplicación y se trabajó de manera individual, por lo que se esperaba que los alumnos al momento de llegar a esta actividad incorporarán mayor número de términos y relaciones.

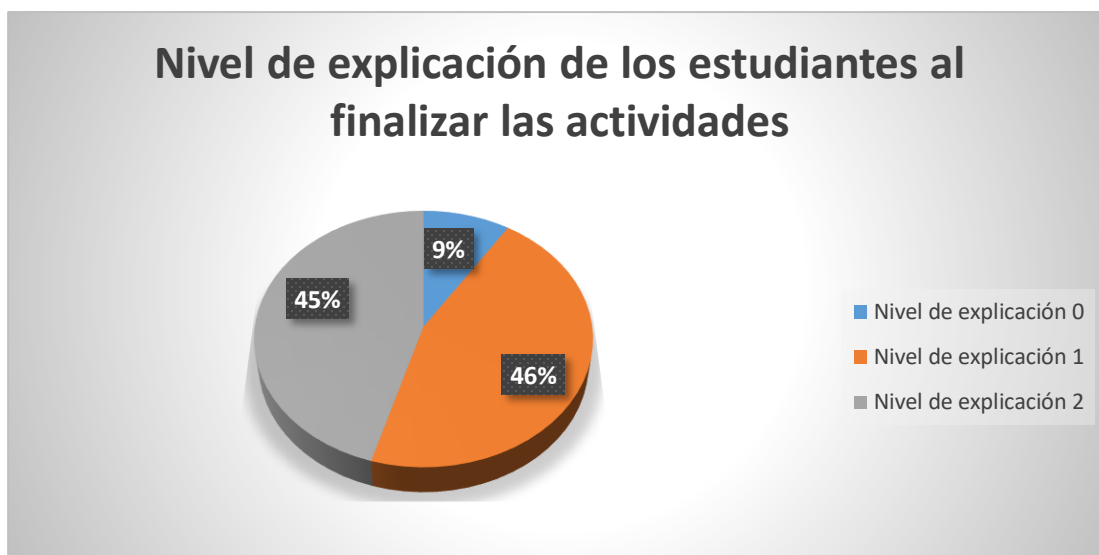
Otra de las razones por las que se decidió utilizar la actividad 4 consiste en que a pesar de que las actividades 5 y 6 forman parte de la fase de aplicación, estas retoman las actividades 1 y 4 que previamente se habían realizado.

Después de analizar los resultados de los estudiantes, estos fueron agrupados en tres categorías:

- Nivel de explicación 0: Alumnos que no logran construir una explicación en que se identifiquen las entidades y relaciones causales que dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios.
- Nivel de explicación 1: Alumnos que en su explicación individual mencionan de 1 a 4 términos al llegar a la actividad 4 y establecen de una a 2 relaciones entre estos. Los términos no siguen el orden que se espera el alumno desarrolle de acuerdo con el modelo de explicación escolar.
- Nivel de explicación 2: Alumnos que incorporan en su explicación individual de 5 a 6 términos al llegar a la actividad 4 y establecen de 2 a 3 relaciones correctas entre estos, siguiendo una secuencia lógica y ordenada que permite entender los pasos que dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios, apegándose al modelo de explicación propuesto que se espera el alumno alcance.

De manera general y de acuerdo a los resultados obtenidos al final de las actividades realizadas, las explicaciones de los estudiantes se ubican en los

siguientes niveles: 1 de los estudiantes se encuentra en el nivel 0, 5 en el nivel 1 y 5 en el nivel 2 (ver gráfica 1).



Gráfica 1. Porcentaje de alumnos de acuerdo al nivel de explicación en que se ubican.

A manera de ejemplo se presentan las 6 actividades de un estudiante de cada nivel explicativo. Cabe señalar que las respuestas de los estudiantes fueron transcritas corrigiendo únicamente la ortografía con la finalidad de tener una lectura más fluida. La intención de presentar las actividades consiste en que el lector pueda observar las explicaciones que los alumnos construyen en el salón de clases para tener un panorama respecto a la comprensión que los estudiantes van adquiriendo sobre el tema. Esta descripción permite dar cuenta de la forma en la que se hizo el análisis y la categorización de las respuestas de los estudiantes, al mismo tiempo que nos permite ver cómo van modificándose las respuestas de los estudiantes conforme participan en las actividades propuestas en la secuencia.

4.2.1 Estudiante clasificada en el nivel de explicación 0.

Dentro de esta categoría y después de realizar el análisis de las 6 actividades seleccionadas, encontré que, de los 11 estudiantes, únicamente una alumna

no logra construir una explicación clara, precisa y con elementos científicos que permitan establecer que la alumna comprendió el tema.

A continuación, se presentan las producciones del estudiante en cada una de las actividades.

Actividad 1. Individual, fase de exploración: de acuerdo con la respuesta del estudiante, se puede observar que existe dificultad para elaborar una explicación debido a que las palabras que el estudiante utiliza carecen de sentido y lógica, imposibilitando de esta manera entender la respuesta a la pregunta. Cabe mencionar que se videograbó la participación del estudiante con la finalidad de ver si elaboraba una explicación oral que fuera clara y entendible. Sin embargo, al momento de realizar su participación únicamente leyó lo que había escrito obteniéndose los mismos resultados que en el texto.

¿Qué factor o mecanismo consideras que se activa para dar lugar a los cambios que aparecen en la pubertad y que mencionaste en la actividad anterior?

"Cambios tienen la organización el vapor del cerebro entre las diferencias de los niños básica que llegue a las células"

Figura 4. Respuesta del estudiante en la actividad 1

Actividad 2. Individual, fase de introducción: en su respuesta el estudiante no incorpora ningún término biológico de acuerdo con el modelo de explicación escolar propuesto. A pesar de ello, sí elabora un acto explicativo en el que justifica las razones por la cual los jóvenes no se han desarrollado.

"Lorena dice que se preocupa porque no le han crecido los senos hay muchas muchachas como Lorena que en ciertas edades no les crecen luego los senos hasta tener los 15 años. Pero Lorena no se les ha crecido porque aún falta que se desarrolle muy bien su cuerpo para tener muy bien los senos. Pablo le pasa porque aún tiene 17 años en ciertas edades se les salen las barbas a los 18 pero Pablo todavía se siente como un niño y eso es lo que les dice a sus compañeros, pero con el tiempo Pablo se va desarrollando".

Figura 5. Explicación del estudiante en la actividad 2

Actividad 3. Equipo, fase de estructuración: el estudiante no participó en la actividad debido a que no asistió a clases.

Actividad 4. Individual, fase de aplicación: a pesar de que el estudiante no incorpora ningún término biológico de acuerdo con el modelo de explicación sugerido, sí elabora una explicación justificando cuáles son las razones que originan que la aparición de los cambios físicos tarde en aparecer.

Mario "Lo que le sucede Mario es normal y todavía se está desarrollando para tener bien la voz, la forma de hablar el cuerpo es lo que a todos les pasa los varones pueden tardar en aparecer o a formar toda parte de su cuerpo para convertirse en un hombre verdadero y como dice Mario que porque no se desarrolla luego es porque aún le falta para desarrollarse aún tiene 15 años a los 17 años se va cambiando poco a poco y se convertirá en un hombre de verdad. Alondra "Alondra le pasa que aún tiene 10 años y a los 12 años no se les baja la menstruación a los 15 años o a los 13 años, pero a los 12 años no puede ser".

Figura 6. Explicación del estudiante en la actividad 4.

Actividad 5. Individual, fase de aplicación: en la respuesta del estudiante no aparece ningún término biológico de acuerdo con lo visto en clase. En este sentido, la alumna explica cómo se siente, elaborando una explicación más personal de los cambios que su cuerpo ha experimentado.

"Cuando yo tenía mis 15 años no sabía lo que es las hormonas sexuales en cómo me iba a desarrollar el parte de mi cuerpo y que me iba cambiar un poco la voz y así ya me estoy desarrollando poco a poco mi cuerpo va cambiando mi forma de ser el carácter la humildad y el respeto a mis compañeros no sabía lo que era la menstruación y como me iba a cuidar y a los 15 años se me bajo y ahora que ya se todo me va bien con la regla no sabía todo lo que era los cambios de la mujer y del hombre y también lo que es la testosterona".

Figura 7. Explicación del estudiante en la actividad 5

Actividad 6. Equipo, fase de aplicación: en esta actividad se mencionan 4 términos biológicos, (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales y 7. Caracteres sexuales secundarios) y dos relaciones entre estos (A. Encargada de dar órdenes (controla) y B. Libera). Es pertinente mencionar que los términos fueron indicados con números y las relaciones entre estos con letras en el modelo propuesto, con la finalidad de ubicarlos fácilmente.

Es preciso hacer énfasis que esta actividad fue por equipo. Esto es importante resaltarlo debido a que los resultados obtenidos en las otras actividades muestran que el estudiante tiene dificultad en la comprensión del tema y en las estructuras biológicas que intervienen en el proceso que da lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios, por lo que el trabajar en equipo influyó en el tipo de explicación que se construye.

“Aprendimos que todo comienza desde el hipotálamo que es la encargada de dar las órdenes a la hipófisis entonces la hipófisis actúa liberando las hormonas sexuales y estas ayudan al desarrollo humano. Estas se comienzan a manifestar en la pubertad a la edad entre 11 y 14 años. También no sabíamos que este proceso tenía retardo en algunos casos. Tampoco sabíamos los grandes cambios que este proceso hacía en nuestros cuerpos como en el caso de la mujer su primer ciclo menstrual, crecimiento de caderas, crecimiento del seno. y el del hombre crecimiento muscular, crecimiento del vello facial, desarrollo de la voz, etc.”

Figura 8. Explicación por equipo en la actividad 6.

Después de analizar las producciones que el estudiante realizó, procedí a la elaboración de mapas conceptuales de acuerdo con lo mencionado en el procedimiento metodológico con la finalidad de tener un análisis que me permitiera comparar si las explicaciones proporcionadas tenían alguna similitud con el modelo de explicación escolar. A continuación, presento los resultados obtenidos derivados del análisis de cada una de las actividades.

| Tabla 3. Resultados del estudiante en cada una de las actividades | | |
|---|---|--|
| Exploración Actividad 1 (individual) | Introducción Actividad 2 (individual) | Estructuración Actividad 3 (Equipo) |
| <p>La respuesta del estudiante no es entendible de forma escrita y oral.</p> <p>0 términos 0 relaciones</p> | <pre> graph TD A[no todos desarrollan a la misma edad] --> B(falta) B --> C[que el cuerpo de Lorena desarrolle] C --> D[Pablo tiene 17 años] D --> E[la barba puede salir hasta los 18] E --> F(con el tiempo) F --> G[Pablo ira desarrollando] </pre> <p>0 términos 0 relaciones</p> | <p>El estudiante no participó en la actividad.</p> |

| Aplicación Actividad 4 (individual) | Aplicación Actividad 5 (individual) | Aplicación Actividad 6 (Equipo) |
|--|--|---|
| <p>0 términos 0 relaciones</p> | <p>0 términos 0 relaciones</p> | <p>Identifica 4 términos: (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales y 7. Caracteres sexuales secundarios).</p> <p>2 relaciones (A. Encargada de dar órdenes (controla) y B. Libera).</p> |

4.2.2 Estudiantes clasificados en el nivel de explicación 1.

Dentro de esta categoría se encuentran ubicados cinco estudiantes quienes logran construir una explicación inicial sobre las causas que dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios y que guarda cierta relación con el modelo de explicación escolar propuesto.

Actividad 1. Individual, fase de exploración: el estudiante al elaborar su explicación no menciona ningún término biológico según el modelo propuesto, sin embargo, como se puede observar (figura 9) el alumno sí elabora una explicación indicando cuales podrían ser las causas por las que aparecen los cambios.

¿Qué factor o mecanismos consideras que se activan para dar lugar a los cambios que aparecen en la pubertad y que mencionaste en la actividad anterior?

"Pues todos los cambios que tiene un niño a un adolescente se activan dentro del cerebro y se lleva a cabo en el transcurso de la noche todos los cambios que tiene un niño tan repentino son provocados por un nervio que está durmiendo y llega la hora de levantarse ocurren todos esos cambios."

Figura 9. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 1, en la actividad 1.

Actividad 2. Individual, fase de introducción: en la explicación del estudiante menciona que la razón probable por la cual los personajes de la situación planteada no se han desarrollado se debe a causa de las (3. Hormonas), incorporando a su explicación este término biológico que forma parte del modelo de explicación escolar propuesto.

"creo que ellos no han tenido un cambio de desarrollo porque no han despertado sus hormonas."

Figura 10. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 1, en la actividad 2.

Actividad 3. Equipo, fase de estructuración: en esta actividad el equipo realizó una maqueta de los caracteres sexuales secundarios que aparecen en las mujeres y a partir de ella se pidió que elaboraran una explicación escrita y posteriormente pasaran a exponerla. En la explicación escrita los términos y las relaciones se identifican con el número y letra asignado de acuerdo al modelo de explicación. En esta explicación aparecen 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 5. Ovario, 6. Progesterona y 7. Caracteres sexuales secundarios) y 2 relaciones (A. Despierta y B. Envía). Cabe señalar que en la explicación oral no existen cambios en cuanto a las palabras que utilizan. También es conveniente resaltar que no se puede establecer si el alumno conoce todos los términos que se mencionan considerando que fue una actividad colectiva donde participaron otros

estudiantes. Un dato interesante consiste en que algunas de las ideas de la explicación escrita son erróneas ya que la progesterona no despierta a los ovarios, sino que son los ovarios los que estimulan la producción de hormonas sexuales. Otra de las ideas erróneas es que los alumnos creen que a partir de la ovulación la mujer puede ver algunos cambios. Sin embargo, la aparición de los caracteres sexuales se da debido a que las hormonas sexuales lo desencadenan.

En la figura 11 se presenta la explicación escrita y una fotografía de la maqueta realizada por el equipo.

“Tema: La función de la Hipófisis sobre el cuerpo femenino.

Toda esta función de los órganos sexuales inicia en el cerebro, donde se encuentra el hipotálamo, este despierta a la hipófisis. La hipófisis quien envía hormonas estimulantes al órgano sexual femenino. El órgano sexual femenino se activa con la llegada de estimulantes en decir de la progesterona despierta a los ovarios, es ahí cuando la mujer empieza a ovular. Al ovular, la mujer empieza a sentir y a ver los cambios en su cuerpo: ensanchamiento de caderas, desarrollo pectoral, desarrollo de las piernas y crecimiento de vello púbico”.

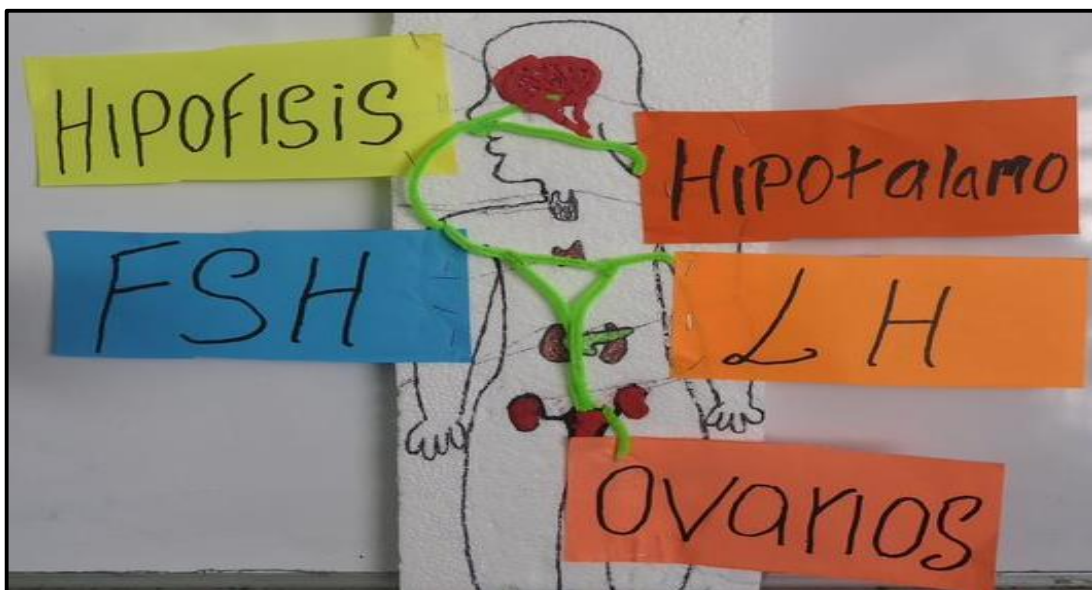


Figura 11. Explicación escrita y maqueta del equipo, en la actividad 3.

Actividad 4. Individual, fase de aplicación: El estudiante incorpora en su explicación dos términos biológicos del modelo de explicación idóneo correspondientes a (3. Hormona y 4. LH y FSH), pero no menciona ninguna relación, la explicación propuesta es apenas inicial de acuerdo con lo que se espera el alumno desarrolle.

"Yo le explicaría a Mario que existen ciertas glándulas que despiertan ya sea a una determinada edad y que hay dos tipos de hormonas LH y FSH. Que sirve para dar desarrollo a su cuerpo y pues que a el todavía no se han despertado sus hormonas de desarrollo y crecimiento, yo le explicaría a Mario con videos porque ya está grande y entendería. Yo le explicaría a Alondra que existen 2 tipos de hormonas la LH y la FSH y esas hormonas despiertan a una edad correspondida y que no con todas las mujeres es lo mismo y que por lo tanto no le pasaría lo mismo que a su mamá que sus hormonas despertaron a los 12 años y que por lo tanto sus hormonas de ella podrían despertar a 11 años y no a los 12 o bien sea que después de los 12 años yo le explicaría a Alondra con dibujos porque aún es una niña y con dibujos entendería".

Figura 12. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 1, en la actividad 4.

Actividad 5. Individual, fase de aplicación: En esta actividad se puede percibir lo que el alumno considera que aprendió a lo largo del desarrollo de las actividades, en esta explicación se logran identificar 3 términos (2. Hipófisis, 3. Hormonas, 6. Hormonas sexuales) y una relación (B. Activa). La explicación proporcionada aun es inicial ya que no incorpora todos los términos biológicos que se espera el alumno alcance para explicar las causas que originan la aparición de los caracteres sexuales secundarios en la pubertad.

"Lo que aprendí en el parcial pasado fue que existen distintas hormonas en el hombre y en la mujer y que estos despiertan para llevar a cabo el desarrollo de la mujer como el desarrollo del hombre no sabía que estas hormonas llevan su transcurso en la noche y en base al video que nos mostró la profesora el despertar de las hormonas y empieza el desarrollo de un niño a un adulto yo pensaba que el desarrollo era algo normal y con el tiempo todos desarrollan pero fui entendiendo que existe una glándula que se llama hipófisis que es la encargada de activar las hormonas sexuales presentes en hombres y mujeres, anteriormente no conocía la existencia de esta glándula y tampoco sabía que existen diferentes hormonas en hombres y mujeres, pero con todas las actividades me fui dando cuenta de cómo actúa en nuestro cuerpo cada hormona ".

Figura 13. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 1, en la actividad 5.

Actividad 6. Equipo, fase de aplicación: Al ser una actividad colectiva los alumnos mencionan 4 términos (2. Hipófisis, 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales), y una relación (B. Libera).


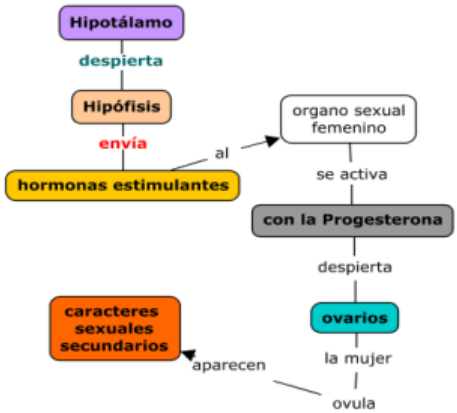
"Aprendimos cambios físicos en el hombre y mujer los órganos que componen la pubertad, de la hipófisis y las glándulas, la hipófisis encargada de liberar las hormonas sexuales y tengan el desarrollo en la pubertad, como: los caracteres sexuales, vello facial, vello púbico como también podemos conocer el desarrollo de las hormonas LH y FSH. No sabíamos sobre la hipófisis y los cambios físicos de hombres y mujeres. aprendimos sobre las hormonas que llegan a los órganos sexuales de un hombre y mujer y los cambios físicos."


Figura 14. Explicación escrita del equipo, en la actividad 6.

Después de examinar con detenimiento las producciones del estudiante, se procedió a la elaboración de mapas conceptuales con la finalidad de delimitar

el número de término biológicos o relaciones que va incorporando en cada una de sus explicaciones. Se encontró que el estudiante al momento de trabajar de manera individual establece únicamente una relación y el número máximo de términos biológicos de acuerdo con el modelo de explicación propuesto que incorpora en sus explicaciones individuales son tres, por lo que a partir de estos resultados se decidió clasificar al estudiante en el nivel 1.

En la tabla 4 se presenta el análisis de las producciones elaborados por el estudiante.

| Tabla 4. Resultados del estudiante en cada una de las actividades | | |
|---|--|--|
| Exploración Actividad 1 (individual) | Introducción Actividad 2 (individual) | Estructuración Actividad 3 (Equipo) |
| <p>0 términos 0 relaciones</p> <p>no se han despertado por eso no hay desarrollo</p> <p>Identifica 1 término (3. Hormonas).</p> <p>0 relaciones</p> |  <p>Identifica 1 término (3. Hormonas).</p> <p>0 relaciones</p> |  <p>Identifica 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 5. Ovarios, 6. Progesterona 7. Caracteres sexuales secundarios).</p> <p>2 relaciones (A. Despierta y B. Envía).</p> |

| Aplicación Actividad 4 (individual) | Aplicación Actividad 5 (individual) | Aplicación Actividad 6 (Equipo) |
|--|--|---|
|  <p>Identifica 2 términos (3. Hormonas, 4. LH y FSH).</p> <p>0 relaciones</p> | <p>Identifica 3 términos (2. Hipófisis, 3. Hormonas, 6. Hormonas sexuales).</p> <p>1 relación (B. Activa).</p> | <p>Identifica 4 términos (2. Hipófisis, 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales).</p> <p>1 relación (B. Libera).</p> |

4.2.3 Estudiantes clasificados en el nivel de explicación 2.

En esta categoría se encuentran cinco estudiantes quienes logran construir una explicación similar respecto a la explicación escolar propuesta, realizando una explicación clara con elementos biológicos que nos muestra que los estudiantes van elaborando explicaciones más precisas a medida que van avanzando en cada una de las actividades.

Actividad 1. Individual, fase de exploración: en la explicación inicial se puede observar que el alumno tiene cierta idea de cuál es la razón por la que ocurren los cambios en la pubertad, mencionando que es porque se activan las (3. Hormonas). Incorporando este término a su explicación coincidiendo con uno de los términos biológicos que se espera el alumno incluya en su explicación.

¿Qué factor o mecanismos consideras que se activan para dar lugar a los cambios que aparecen en la pubertad y que mencionaste en la actividad anterior?

"Yo pienso que todos los cambios le pasan cuando uno va desarrollando a la edad que tiene o creo que porque se activan las hormonas".

Figura 15. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 2, en la actividad 1.

Actividad 2. Individual, fase de introducción: en lo que concierne a la explicación del estudiante nuevamente menciona el término (3. Hormona), la explicación que manifiesta es correcta, pero le falta agregar más términos biológicos y ampliar su explicación.

"pues yo creo que Lorena y Pablo no han tenido cambios porque sus hormonas todavía no se han despertado por eso tardan para desarrollarse".

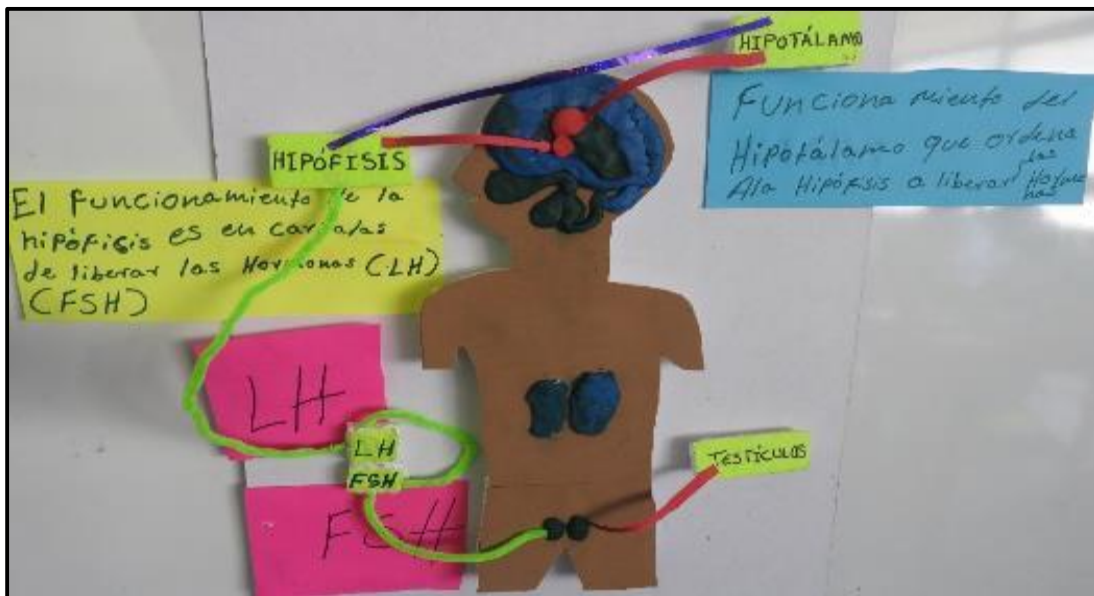
Figura 16. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 2, en la actividad 2.

Actividad 3. Equipo, fase de estructuración: en esta actividad al estudiante y su equipo les tocó exponer cómo aparecen los caracteres sexuales secundarios en hombres. El equipo realiza una explicación detallada en la que incorporan 6 de los 7 términos del modelo de explicación propuesto (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 6. Testosterona. 7. Caracteres sexuales) y 2 relaciones (A. Manda una señal y B. Libera). Las ideas que redactan son claras, comprensibles y correctas, no existiendo cambios con su explicación oral. Sin embargo, se debe considerar que al ser una actividad colectiva esto pudo facilitar que entre todos dieran aportaciones para construir la explicación escrita, por lo que sería difícil dar un veredicto y decir que el alumno incorpora todos estos términos a su vocabulario. En la figura 17 se muestra la explicación escrita y la maqueta elaborada por el equipo.

El funcionamiento de las hormonas LH y FSH.

Como ya sabemos la hormona es una sustancia química producida por el sistema endocrino, aquí pusimos de como el hipotálamo le manda una señal a la hipófisis y está a la vez libera las hormonas LH y FSH las cuales sus funciones son, la de la hormona LH es un tipo de esteroides que se libera durante y después de la pubertad, estimulando el desarrollo de los órganos sexuales, en los hombres es encargada de aparecer la testosterona y en las mujeres se encarga de producir el ciclo menstrual. Teniendo estas dos hormonas en el cuerpo las hormonas LH y FSH son las encargadas de aparecer y dar lugar a que aparezcan los caracteres sexuales. En los hombres: crecimiento de barba, masa muscular, cambio de voz. Mujeres: crecimiento de senos, vello púbico, menstruación. FSH: es encargada de estimular el folículo esta es encargada de producir los óvulos en la mujer y los espermatozoides en los hombres.

Figura 17. Explicación escrita y maqueta del equipo, en la actividad 3.



Actividad 4. Individual, fase de aplicación: al llegar a esta actividad se esperaba que el alumno realizara una explicación detallada y completa, con los elementos biológicos y relaciones de la explicación propuesta,

considerando que al momento de llevarse a cabo esta actividad ya se habían visto dichos términos. Por lo tanto, la explicación debía tener mayor claridad y mostrar que el estudiante comprendió el tema y lo manifiesta por medio de su explicación escrita. Las evidencias de la actividad muestran que el estudiante tiene un avance significativo ya que incorpora más términos biológicos y relaciones entre ellos que al inicio de las actividades identificando 5 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 7. Caracteres sexuales) y 2 relaciones (A. Despierta, B. Despierta). En la figura 18 se presenta la explicación realizada por el alumno.

*"MARIO: Yo por mi parte le ayudaría a Mario que la voz que le sucede, es algo normal porque algunas de sus hormonas no se han activado por cierta edad ya que el aun apenas tiene los 15 años y de lo que les está pasando es un retraso en la activación sexual de las hormonas porque aún le falta que el hipotálamo despierte a la hipófisis ya que son las glándulas que despiertan las hormonas LH y LSH pues ya activándose las hormonas va a tener varios cambios como, cambio de voz, vello facial, vello púbico las hormonas del hipotálamo está conectado con la hipófisis lo que la hipófisis manda a la hormona luteínica (LH) y la hormona estimulante del folículo (FSH) eso se explica por la conexión de su cerebro-hipotálamo-hipófisis.
Alondra: Alondra tiene miedo porque le dijeron con su mamá que si a los doce años no menstruaba nunca se convertiría en mujer y no crecería yo le ayudaría y decirle que a esa edad es normal porque la menstruación empieza a los 12 años porque aún le falta que se activen sus hormonas sexuales del cuerpo "*

Figura 18. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 2, en la actividad 4.

Actividad 5. Individual, fase de aplicación: al ser una actividad donde se pedía que escribieran lo que aprendieron del tema, el alumno menciona cinco términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 6. Hormonas

sexuales) y una relación (B. Despierta), dando cuenta de lo que considera aprendió al final de las actividades.

"Yo al principio no sabía que los cambios pasan a cierta edad y que las hormonas sexuales no se han activado por cierta edad y en el último tema yo entendí que la activación sexual de las hormonas aún le falta que el hipotálamo y la hipófisis ya que son las glándulas que despiertan las hormonas LH y FSH pues ya activándose las hormonas va a tener varios cambios las hormonas del hipotálamo está conectado con la hipófisis que manda a la hormona luteínica LH y la hormona estimulante del folículo FSH eso se explica con la conexión de su cerebro".

Figura 19. Explicación del estudiante ubicado en el nivel 2, en la actividad 5.


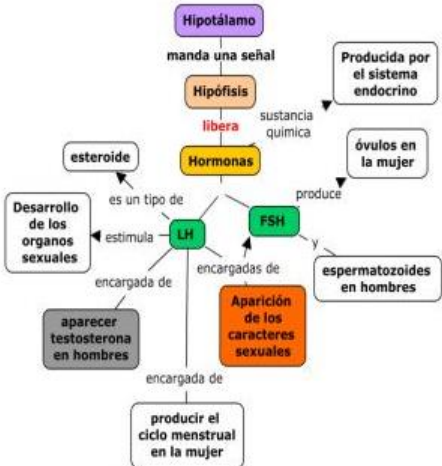
Actividad 6. Equipo, fase de aplicación: en esta actividad se mencionan cuatro términos biológicos, (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales y 7. Caracteres sexuales secundarios) y dos relaciones entre estos (A. Encargada de dar órdenes (controla) y B. Libera). Sin embargo, es preciso hacer énfasis que la actividad fue por equipo, pero considerando el avance que el alumno fue construyendo en cada actividad se puede establecer que tiene conocimiento, comprende y puede explicar porqué aparecen los caracteres sexuales secundarios en la etapa de la pubertad.

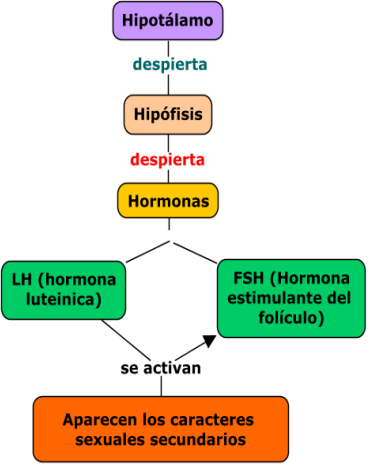
“Aprendimos que todo comienza desde el hipotálamo que es la encargada de dar las órdenes a la hipófisis entonces la hipófisis actúa liberando las hormonas sexuales y estas ayudan al desarrollo humano. Estas se comienzan a manifestar en la pubertad a la edad entre 11 y 14 años. También no sabíamos que este proceso tenía retardo en algunos casos. Tampoco sabíamos los grandes cambios que este proceso hacía en nuestros cuerpos como en el caso de la mujer su primer ciclo menstrual, crecimiento de caderas, crecimiento del seno. y el del hombre crecimiento muscular, crecimiento del vello facial, desarrollo de la voz, etc.”

Figura 20. Explicación escrita del equipo, en la actividad 6.

Al analizar las producciones del estudiante, pude percatarme del grado de avance que va teniendo en la construcción de sus explicaciones en la medida que las actividades van avanzando, ya que incorpora nuevos términos biológicos a su vocabulario haciendo que la explicación sea más comprensible. A partir de sus producciones procedí a elaborar una tabla en donde se sintetiza el avance del alumno en sus explicaciones (tabla 5. Resultados del estudiante en cada actividad).

Tabla 5. Resultados del estudiante en cada una de las actividades

| Exploración Actividad 1(individual) | Introducción Actividad 2 (individual) | Estructuración Actividad 3 (Equipo) |
|---|---|---|
| <p>Identifica 1 término (3. Hormonas)</p> <p>0 relaciones</p> |  <p>Identifica 1 término (3. Hormonas)</p> <p>0 relaciones</p> |  <p>Identifica 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 6. Testosterona, 7. Caracteres sexuales).</p> <p>2 relaciones (A. Manda una señal y B. libera).</p> |
| <p>Aplicación Actividad 4 (individual)</p> | <p>Aplicación Actividad 5 (individual)</p> | <p>Aplicación Actividad 6 (Equipo)</p> |

| | | |
|--|--|---|
|  <p>identifica</p> <p>5 conceptos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 7. Caracteres sexuales).</p> <p>2 relaciones (A. Despierta y B. Despierta).</p> | <p>Identifica</p> <p>5 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales, 7. Caracteres sexuales).</p> <p>1 relación (B. Despierta).</p> | <p>Identifica</p> <p>4 términos (1. Hipotálamo, 2. hipófisis, 6. hormonas sexuales y 7. caracteres sexuales secundarios).</p> <p>2 relaciones (A. Encargada de dar órdenes (controla) y B. Libera).</p> |
|--|--|---|

4.3 Seguimiento de los estudiantes

A partir del análisis de cada una de las actividades se agrupó a los estudiantes de acuerdo con el nivel de explicación (0,1 y 2), tomando como referencia el número de términos biológicos y relaciones que incorporan en su explicación. Los términos se encuentran señalados con números y las relaciones con letras, de acuerdo con el modelo de explicación propuesto.

En la tabla 6 se muestran de manera sintética los avances que los 11 estudiantes lograron en cada una de las actividades realizadas.

| Tabla 6. Resultados de los estudiantes en cada una de las actividades | | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|--|
| | Actividad 1 (Individual) | Actividad 2 (Individual) | Actividad 3 (Equipo) | Actividad 4 (Individual) | Actividad 5 (Individual) | Actividad 6 (Equipo) |
| Estudiante clasificado en el nivel de explicación 0 | | | | | | |
| 1 | La respuesta del estudiante, no es entendible de forma escrita y oral. 0 términos 0 relaciones | 0 términos 0 relaciones | No participó en la actividad. | 0 términos 0 relaciones | 0 términos 0 relaciones | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales 7. caracteres sexuales secundarios) 2 relaciones (A. Encargada de dar órdenes (controla). B. Libera) |
| Estudiantes clasificados en el nivel de explicación 1 | | | | | | |
| 2 | 0 términos 0 relaciones | Identifica 1 término (3. Hormona) 0 relaciones | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 5. Ovarios, 6. Progesterona 7. Caracteres sexuales secundarios) 2 relaciones (A. Despierta y B. Envía) | Identifica 2 términos (3. Hormona 4. LH y FSH) 0 relaciones | Identifica 3 términos (2. Hipófisis, 3. Hormonas, 6. Hormonas sexuales) 1 relación (B. Activa) | Identifica 4 términos (2. Hipófisis 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales) 1 relación (B. Libera) |
| 3 | 0 términos 0 relaciones | Identifica 3 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas) 2 relaciones (A. Despierta y B. Manda) | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 6. Testosterona) 1 relación (A. Despierta) | Identifica 2 términos (1. Hipotálamo 3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 5 términos (2. Hipófisis, 3. Hormonas 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. caracteres sexuales) | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH) 0 relaciones |

| | | | | | | |
|----------|---|--|--|---|--|--|
| | | | | | 1 relación (B. Manda) | |
| 4 | 0 términos 0 relaciones | 0 términos 0 relaciones | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 5. Ovarios, 6. Progesterona 7. Caracteres sexuales secundarios) 2 relaciones (A. Despierta y B. Envía) | Identifica 3 términos (2. Hipófisis, 3. Hormonas 5. Glándula sexual) 1 relación (B. Activa) | 0 términos 0 relaciones | Identifica 4 términos (2. Hipófisis 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales) 1 relación (B. Libera) |
| 5 | 0 términos 0 relaciones | Identifica 1 término (3. Hormona) 0 relaciones | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 3. Hormonas 4. LH y FSH, 6. Testosterona) 1 relación (A. Despierta). | Identifica 4 términos (4. LH y FSH 5. Ovarios 6. Hormonas sexuales 7. caracteres sexuales) 0 relaciones | Identifica 4 términos (3. Hormonas 4. LH y FSH 6. Hormonas sexuales 7. caracteres sexuales) 0 relaciones | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH) 0 relaciones |
| 6 | Identifica 3 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 6. Hormonas sexuales) 2 relaciones (A. Manda señales y B. Activa) | Identifica 3 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 3. Hormonas) 2 relaciones (A. Enviar ordenes y B. activa) | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 4. FSH, 5. Glándulas sexuales) 0 relaciones | 0 términos 0 relaciones | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales y 7. Caracteres sexuales secundarios) 0 relaciones | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales y 7. Caracteres sexuales secundarios) 2 relaciones (A. Encargada de dar ordenes (controla). B. Libera) |

| Estudiantes clasificados en el nivel de explicación 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--|
| 7 | 0 conceptos 0 relaciones | Identifica 1 término (3. Hormona) 0 relaciones | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4.LH y FSH, 6. Testosterona. 7. Caracteres sexuales) 2 relaciones (A. Manda señales y B. libera) | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 5. Ovarios 6. Hormonas sexuales) 1 relación (B. Libera) | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 3. Hormonas 5. Glándula sexual 6. Hormonas sexuales) 2 relaciones (A. Manda y B. Libera) | Identifica 4 términos (2. Hipófisis 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales) 1 relación (B. Libera) |
| 8 | Identifica 1 términos (3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 1 término (3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 6. Testosterona. 7. Caracteres sexuales) 2 relaciones (A. Manda señales y B. libera) | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 7.Caracteres sexuales 2 relaciones (A. Despierta y B. Manda) | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 4. LH y FSH, 6.Hormonas sexuales 7.Caracteres sexuales) 1 relación (Despierta) | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 6. Hormonas sexuales y 7. caracteres sexuales secundarios). 2 relaciones (A. Encargada de dar órdenes (controla). B. Libera) |
| 9 | Identifica 1 término (3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 1 término (3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas, 4. LH y FSH 6. Testosterona. 7. Caracteres sexuales) 2 relaciones (A. Manda señales y B. libera) | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 7.Caracteres sexuales) 2 relaciones (A. Despierta, B. manda) | Identifica 1 término (3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 3. Hormonas 4. LH y FSH) 0 relaciones |

| | | | | | | |
|----|--|--|---|--|--|---|
| 10 | 0 términos 0 relaciones | Identifica 1 término (3. Hormonas) 0 relaciones | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas 4. LH y FSH, 6. Testosterona). 1 relación (A. Despierta). | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 5. Ovarios 6. Hormonas sexuales) 3 relaciones (A. Conectado B. Secreta y D. Produce). | Identifica 5 términos (2. Hipófisis 3. Hormonas 4. LH y FSH 5. Glándula sexual 6. Hormonas sexuales) 1 relación (B. Activa) | Identifica 4 términos (2. Hipófisis 4. LH y FSH, 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales) 1 relación (B. Libera) |
| 11 | 0 términos 0 relaciones | 0 términos 0 relaciones | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo, 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 5. Ovarios, 6. Progesterona 7. Caracteres sexuales secundarios) 2 relaciones (A. Despierta y B. Envía) | Identifica 6 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 4. LH y FSH 5. Glándulas sexuales 6. Progesteron 7. Caracteres sexuales) 3 relaciones (A. Despierta, B. Libera y C. Transportad as por la sangre. | Identifica 5 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis, 3. Hormonas, 5. Glándulas sexuales 7. Caracteres sexuales secundarios) 2 relaciones (A. Despierta y B. Manda) | Identifica 4 términos (1. Hipotálamo 2. Hipófisis 6. Hormonas sexuales 7. Caracteres sexuales secundarios). 2 relaciones A. Encargada de dar órdenes (controla). B. Libera. |

En la tabla anterior se puede apreciar que diez de los once estudiantes logran un progreso en la incorporación de términos biológicos y relaciones en su explicación a lo largo de las actividades, sobre todo si se considera que en la actividad 1 la mayoría de los estudiantes no hace mención de ellos y al llegar a la actividad de aplicación aparecen en sus explicaciones un mayor número de términos biológicos que al inicio.

En este seguimiento de los estudiantes resaltan evidentes algunos casos que es pertinente comentar. El primero de ellos es el estudiante 3, que en la

actividad 2 identifica tres términos y dos relaciones, pero en la actividad 4 donde se espera que el alumno realice una explicación más completa únicamente hace mención de dos términos y ninguna relación evidenciando que podría existir un retroceso en la comprensión del tema. Sin embargo, la razón es que en la actividad 4 el alumno le da más importancia a que los personajes de la actividad puedan comprender por qué puede existir retraso en la aparición de los cambios físicos y para ello el alumno explica las actividades que podría utilizar para abordar el tema, dando con ello mayor peso a las actividades que se podrían realizar.

En el caso del alumno 6, en las dos primeras actividades identifica tres términos y dos relaciones, pero al llegar a la actividad 4 no menciona ninguno de ellos. En esta actividad el estudiante le da mayor valor a que los cambios físicos aparecen con el tiempo y por lo tanto Mario y Alondra no se deberían preocupar. Este alumno a pesar de que incorpora dos relaciones en su explicación se encuentra ubicado en el nivel 1, debido probablemente a que el estudiante trabajó de manera individual la elaboración de la maqueta y al momento de revisar su explicación escrita me percaté que la había copiado de manera textual de una página de Internet por lo que podría ser posible que en la explicación de la actividad 1 y 2 haya recurrido a portales de internet.

Otro alumno que destaca en sus explicaciones es el alumno 11, que en las actividades 1 y 2 no menciona ningún término biológico y ninguna relación del modelo de explicación que propongo, pero al llegar a la actividad 4 se destaca por mencionar seis términos y tres relaciones, elaborando una explicación detallada y precisa. Lo anterior puede deberse a que este estudiante se caracterizó durante las actividades de la secuencia por preguntar sus dudas e inquietudes durante y después de realizar las actividades, lo que pudo haber influido a que en la actividad 4 elaborara una explicación completa y entendible que se espera el alumno desarrolle.

También se puede observar que en la actividad 3, los estudiantes incorporan de cinco a seis conceptos, pero pudo haber influido que la elaboración de explicaciones fue de manera colectiva.

4.4 Características de las actividades que pudieron promover el desarrollo de explicaciones.

De acuerdo con lo mencionado en el marco teórico, la propuesta que utilicé para categorizar las explicaciones corresponde a la clasificación de explicaciones escolares que proponen Norris y colaboradores. Para poder establecer el tipo de explicación que los alumnos construyen en cada actividad, tuve que leer las redacciones de cada uno de los estudiantes y con base en sus respuestas definir a qué categoría de explicación pertenecían.

A manera de ejemplo se presentan algunas respuestas de los estudiantes con la finalidad de observar la forma en que se realizó la clasificación de sus explicaciones.

| Tabla 7. Ejemplos de las respuestas de algunos estudiantes utilizando la clasificación propuesta por Norris y colaboradores. | | |
|--|--|--|
| Tipo de explicación | Definición | Ejemplo |
| Para ampliar un significado | Explican qué es algo, lo hacen entendible y lo clarifican. | <i>Explicación a Mario "Yo le explicaría a Mario que el retraso de su desarrollo es normal ya que cada cuerpo es diferente, y le explicaría un poco de cómo funciona el cuerpo hablándole de cómo el hipotálamo tiene una reacción sobre la hipófisis la cual hace que despierte y esta comienza a funcionar de la siguiente manera, le explicaría de como la hipófisis manda a dos hormonas llamadas LH y FSH para que hagan las funciones que un cuerpo necesita al desarrollar, diciéndole que gracias a estas dos hormonas el cuerpo tiene el desarrollo, y que todos los caracteres</i> |

| | | |
|-----------------|---|--|
| | | <p>sexuales vienen gracias a estas hormonas, como la reproducción de espermatozoides, el cambio de voz, masa muscular, vello facial y el crecimiento de los órganos sexuales, y para finalizar le diría que no se preocupe, que a veces estas funciones que tiene el cuerpo pueden retrasarse o incluso adelantarse, que siga con su vida normal ya que los cambios de su cuerpo aparecerán cuando sea conveniente que no necesariamente tiene que ser a la edad que indican. Explicación a Alondra "pues al igual que a Mario yo le explicaría a Alondra que no debería preocuparse ya que su cuerpo está en ese proceso del desarrollo y que poco a poco ira sintiendo esos cambios ya que el cuerpo tiene que hacer su trabajo y que para que aparezca la menstruación lleva un proceso."</p> |
| Para justificar | Implica apelar a normas, estándares o valores establecidos. | <p>"Pues le diría a Mario que no se preocupara, que a veces el proceso de desarrollo varia en las personas algunas les llega temprano y otras tarda, pero llegara esos cambios, que no le haga mucho caso a los demás, solo es un proceso natural, a poco pase el tiempo el mismo se dará cuenta de ese hecho. También lo invitaría a leer más sobre el tema en portales de internet. Sobre alondra su mamá a esas alturas debería saber, pero su falta de conocimiento dice cosas que no. A mi parecer le diría lo mismo que Mario es un proceso natural que llegara a su tiempo y ella misma notara los cambios como el crecimiento de busto, su primera menstruación, crecimiento de caderas.</p> |
| Para describir | Qué pasa o sucede; se introduce | <p>"Aprendimos que todo comienza desde el hipotálamo que es la encargada de dar las órdenes a la hipófisis entonces la hipófisis</p> |

| | | |
|------------------------------|--|---|
| | generalmente una secuencia temporal. | <i>actúa liberando las hormonas sexuales y estas ayudan al desarrollo humano. Estas se comienzan a manifestar en la pubertad a la edad entre 11 y 14 años. También no sabíamos que este proceso tenía retardo en algunos casos. Tampoco sabíamos los grandes cambios que este proceso hacía en nuestros cuerpos como en el caso de la mujer su primer ciclo menstrual, crecimiento de caderas, crecimiento del seno y el del hombre crecimiento muscular, crecimiento del bello facial, desarrollo de la voz, etc."</i> |
| Para establecer causalidades | Se introducen los mecanismos que causan un patrón observado. | <i>"Creo que todos esos cambios le pasan al cuerpo porque se activan las hormonas debido a un beso o caricia que podría llevar a una pequeña excitación involuntariamente o voluntariamente y eso quizá hace que las hormonas se activen. "</i> |

En la tabla anterior se muestran algunos ejemplos textuales de las respuestas que los estudiantes elaboraron en algunas actividades. Cabe resaltar que después de haber leído cada una de las producciones escritas y realizar su categorización correspondiente, presté atención en la instrucción que di en las seis actividades que seleccioné con la finalidad de poder establecer si la indicación influyó en el tipo de explicación que los alumnos realizan.

En la tabla 8 se detalla la indicación que se dio en cada una de las actividades y el tipo de explicación que se construye.

Tabla 8. Instrucciones de las actividades y tipo de explicación que los estudiantes realizan

| No. De actividad | Instrucción de la actividad | Tipo de explicación que los alumnos realizan | No. Alumnos |
|-------------------------|---|---|--------------------|
| 1 | ¿Qué factor o mecanismos consideras que se activan para dar lugar a los cambios que aparecen en la pubertad? | d) Para establecer causalidades | 7 |
| | | No elaboran explicación | 4 |
| 2 | Con base a la situación planteada elabora una explicación con fundamentos biológicos sobre cuáles consideras que son las causas o factores a los que se debe el retraso o ausencia de cambios en las situaciones anteriores y qué puede ocurrir si los cambios no se han presentado todavía. | b) Para justificar | 1 |
| | | c) Para describir | 1 |
| | | d) Para establecer causalidades | 9 |
| 3 | Realiza por equipo una maqueta en donde se representen las hormonas femeninas o masculinas según sea el caso y cómo estas se activan y dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Para la elaboración de la maqueta toma en consideración lo que se ha visto en clase, y elabórala con | d) Para establecer causalidades | 10 |
| | | No elaboran explicación | 1 |

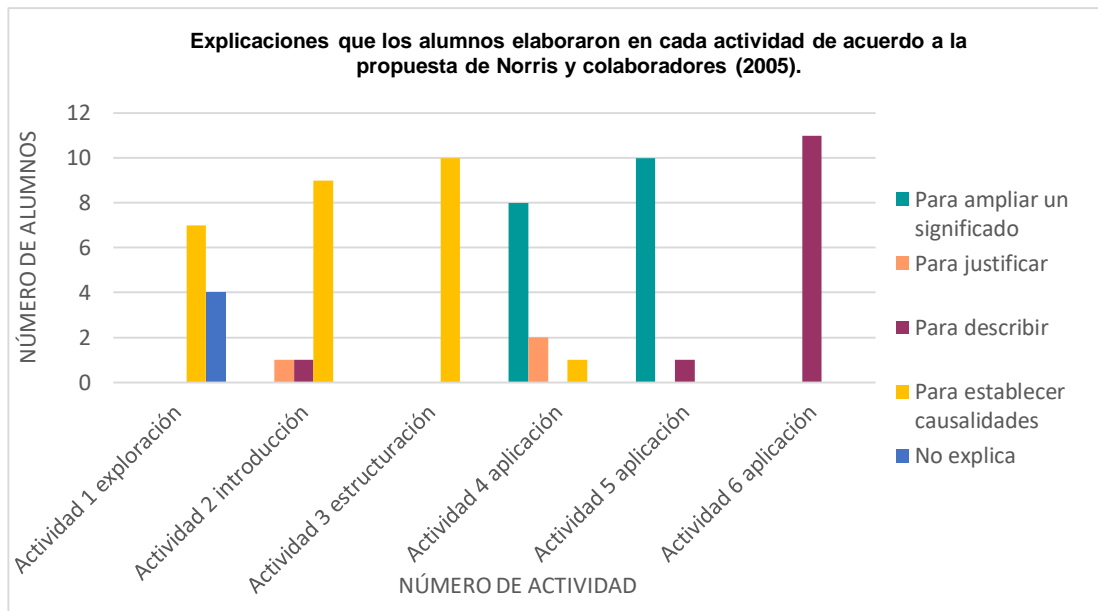
| | | | |
|---|---|---------------------------------|----|
| | <p>base a los materiales que consideres necesario. ¡Utiliza tu imaginación y creatividad!</p> <p>Así mismo elabora con tu equipo una explicación escrita mencionando las fases o sucesos importantes que se van formando y que dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales.</p> | | |
| 4 | <p>Realiza un análisis de las situaciones que se presentan y escribe detalladamente lo que se te pide. Con base a los conocimientos con los que ahora cuentas explica detalladamente y desde el punto de vista científico-biológico, como le ayudarías a Mario y Alondra a comprender la situación en la que se encuentran, que actividades o acciones se te ocurren para explicarles lo que está sucediendo.</p> | a) Para ampliar un significado | 8 |
| | | b) Para justificar | 2 |
| | | d) Para establecer causalidades | 1 |
| 5 | <p>Vuelve a leer lo que escribiste en la actividad 1 y compáralo con la actividad 4 y observa que sabías al inicio y final del tema y con base a ello elabora una reflexión y redacta un texto mencionando cuales son los avances que consideras has logrado respecto a la comprensión del tema.</p> | a) Para ampliar un significado | 10 |
| | | c) Para describir | 1 |

| | | | |
|---|---|-------------------|----|
| 6 | Discute y comenta con tu equipo los avances que tuvieron y los aprendizajes que lograron sobre la aparición de los caracteres sexuales secundarios analizando las respuestas de la actividad 1 y 4. Con base a esto redacta las reflexiones de lo que sabían al inicio y final del tema. Posteriormente uno de los integrantes pasara a leer las conclusiones a las que llegaron. | c) Para describir | 11 |
|---|---|-------------------|----|

De la tabla anterior se destaca lo siguiente: el tipo de explicación generada en cada actividad se relaciona directamente con la naturaleza de la actividad. En la actividad 1, 2 y 3 las explicaciones que predominan son para establecer causalidades, mientras que en la actividad 4 y 5 sobresalen las explicaciones para ampliar un significado. Finalmente, en la actividad 6 las explicaciones que todos los equipos elaboran son para describir.

4.5 Clasificación de explicaciones.

Derivado de la revisión de las actividades de los estudiantes, en la gráfica 2 se presenta el tipo de explicación que realizan en cada actividad siguiendo la categorización de Norris y colaboradores antes mencionada.



Gráfica 2. Tipo de explicación que los estudiantes elaboran en las actividades.

En la gráfica 2 se observa que los estudiantes elaboran diferentes tipos de explicaciones. En la actividad 1, la mayoría de los estudiantes elabora explicaciones para establecer causalidades. Lo anterior se debe a la pregunta que se realiza en la actividad, debido a que de manera implícita la pregunta indaga las causas que originan los cambios de la pubertad.

En la actividad 2, el tipo de explicación que la mayoría de los estudiantes construye es para establecer causalidades. Lo anterior se debe a que en la actividad se da la indicación de manera explícita de elaborar una explicación con fundamentos biológicos donde se pide que el estudiante explique cuáles son las causas o factores por los cuales puede existir retraso en la aparición de los cambios físicos en la etapa de la pubertad, por lo que es lógico que el tipo de explicación que predomine en la actividad sean explicaciones para establecer causalidades.

En la actividad 3 las explicaciones escritas y orales que todos los equipos realizan es para establecer causalidades. Lo anterior se relaciona con las instrucciones que se dieron en la actividad ya que se pedía que los estudiantes

mencionaran las fases o pasos que originan que las características físicas aparezcan. Por lo tanto, era evidente que los estudiantes nombraran estructuras biológicas que causan que los cambios emerjan en la pubertad conllevando al establecimiento de razonamientos causales. Las explicaciones colectivas coinciden con el trabajo realizado por Solsona e Izquierdo (2003), quienes reportan que la presencia de razonamientos causales es mayor cuando se trabaja en textos colectivos debido a que existe una discusión grupal lo que influye en la reflexión al momento de llevar a cabo las explicaciones.

En la actividad 4 existe un avance en la construcción de explicaciones de la mayoría de los estudiantes debido a que incorporan términos biológicos del modelo de explicación escolar que se propone. Una de las razones por las que mencionan conceptos biológicos se debe a la actividad porque de manera explícita se indica que los estudiantes realicen una explicación con fundamentos biológicos. El tipo de explicación que los estudiantes realizan en la actividad corresponde a explicaciones para ampliar un significado, seguido de las explicaciones para justificar y finalmente para establecer causalidades. Esta variedad de tipos explicativos se debe al tipo actividad ya que al ser una situación hipotética no existe una única respuesta. Sin embargo, el tipo de explicación que predomina son las explicaciones para ampliar un significado. Esto se debe a que al ser una actividad de la fase de aplicación se espera que los alumnos pongan en marcha los conocimientos que fueron adquiriendo. Un dato interesante consiste en que la mayoría de los estudiantes (ocho) utilizan el proceso explicativo en el que incorporan la narración permitiendo que se pueda comprender lo que entienden del tema y la vez le van dando significado a lo que redactan. Esto es importante debido a que una de las finalidades de la construcción de explicaciones escolares es, precisamente, que los alumnos organicen e integren el conocimiento, permitiéndoles acrecentar la comprensión de un fenómeno (Norris et al. 2005). Específicamente, en la enseñanza de las ciencias las explicaciones suelen

insertarse en una historia narrativa (Ogborn et al., 2007) en la cual se van incorporando relaciones entre algunas entidades abstractas y los fenómenos estudiados. Esto último coincide con los resultados que se obtuvieron ya que en esta actividad se esperaba que los estudiantes incorporaran los conceptos biológicos vistos en clase a su explicación. Así mismo, la mayoría de las explicaciones tratan de hacer comprensible las razones por las que aparecen los cambios físicos en pubertad.

La actividad 5, a pesar de que no se pide de manera explícita que los estudiantes elaboren explicaciones sí se realizan. Esto se debe a que la actividad estaba orientada a que los estudiantes mencionaran lo que sabían al iniciar las actividades y lo que habían aprendido al finalizar las actividades. Por ende, el tipo de explicación que la mayoría de los estudiantes construye corresponde a explicaciones para ampliar un significado, ya que al llegar a esta actividad los estudiantes tenían mayor conocimiento del tema y de términos biológicos que en un inicio desconocían. Al momento de elaborar su explicación los estudiantes van incorporando las funciones que realizan algunas estructuras biológicas que aparecen en el periodo de la pubertad, observándose un avance en cuanto al aprendizaje del tema. Sanmartí (1997) considera que para conseguir que el aprendizaje sea significativo se deben ofrecer oportunidades a los estudiantes para que apliquen sus nuevos conocimientos a situaciones o contextos distintos, pero también se debe dar oportunidad a que los estudiantes reconozcan sus propios progresos.

Finalmente, la actividad 6, guarda cierto parecido con la actividad 5 en cuanto a las indicaciones que se dieron, con la única variante que la actividad fue realizada de manera colectiva. Se pidió a los estudiantes que discutieran con su equipo lo que habían aprendido y a partir de esa discusión elaboraran una reflexión por escrito de los avances que tuvieron en la comprensión del tema. En esta actividad todos los equipos elaboraron explicaciones para describir. El tipo de explicación se debe principalmente a la actividad, ya que al ser una

actividad en donde se pide que los estudiantes reflexionen acerca de lo que sabían al inicio y al final de la secuencia era evidente que los estudiantes elaboraran una descripción mencionando qué paso o sucedió a lo largo del desarrollo de las actividades. El trabajar de manera colaborativa en el salón de clases es importante debido a que en el proceso de construir explicaciones es necesario que los estudiantes comenten sus ideas con otras personas para confrontar sus explicaciones con las de sus compañeros ya que de esta manera se pueden modificar las ideas inadecuadas (Candela 2001), lo cual conlleva a que la explicación aparte de ser validada por el maestro también se valida por los compañeros de clase, es decir, se hace una construcción colectiva en el aula.

Capítulo 5. Conclusiones

El presente trabajo de tesis permitió evidenciar la manera cómo los estudiantes de primer grado de secundaria logran construir explicaciones en la clase de Biología a partir de la implementación de una secuencia didáctica respecto al tema de la aparición de los caracteres sexuales secundarios que aparecen en la pubertad.

En las explicaciones de los estudiantes es evidente que la mayoría hacen uso de un lenguaje cercano a la ciencia, en donde a medida que las actividades van avanzando incorporan términos biológicos y funciones que dan lugar a los cambios físicos de la pubertad. Estos resultados permiten corroborar que la secuencia didáctica propuesta puede ofrecer oportunidad de que los estudiantes realicen explicaciones científicas escolares con la finalidad de entender situaciones que ocurren a su alrededor. Destaca que en las actividades que involucran a personas los estudiantes realizan una explicación más emotiva, alejándose en algunas ocasiones de términos biológicos.

Respecto al tipo de explicación que los estudiantes elaboran en cada una de las actividades, estas se relacionan directamente con el tipo de actividad. Esto se debe principalmente a las indicaciones que se dan, ya que de manera explícita o implícita conducen a los estudiantes a elaborar algún tipo específico de explicación. Por lo tanto, es necesario que como docentes pongamos especial atención a las indicaciones que realizamos y tener claridad en lo que se espera obtener a partir de esas indicaciones, ya que si prestamos poca atención a las instrucciones que damos puede conducirnos a tener resultados no deseados o poco favorables.

Me gustaría enfatizar que esta fue la primera vez que elaboré e implementé una secuencia didáctica. Por lo tanto, durante y después de la ejecución de las actividades éstas me iban permitiendo reflexionar sobre los aspectos que

se deben considerar al momento de realizar una secuencia y al mismo tiempo las mejoras que se podrían llevar a cabo. Primordialmente si mi objetivo es que los alumnos puedan construir explicaciones las actividades se deberían enfocar en ello, ya que esta secuencia no tenía esa intención al momento de su elaboración. Considero que, si en algún otro momento quiero volver a utilizar esta secuencia, es necesario hacer algunos ajustes. Dentro de ellos puedo destacar el tener claridad en los objetivos que se quieren lograr con cada actividad, adaptar las actividades al contexto y los alumnos con los que se va a trabajar, reducir el número de actividades considerando que algunas de ellas son repetitivas, prever posibles situaciones que se pueden presentar en algunas actividades como la falta de material, y ser más precisa en las instrucciones que se le da a los estudiantes. También creo que algunas actividades de la secuencia son pertinentes y pueden resultar eficaces para trabajar el tema de las explicaciones.

En cuanto a mi labor docente, quiero destacar algunas cuestiones. Después de implementar la secuencia didáctica he reflexionado sobre la importancia respecto a que los alumnos desarrollen la capacidad de construir explicaciones científicas escolares y sobre todo que estas explicaciones le ayuden a comprender situaciones que se relacionan directamente con su vida. Desde mi experiencia como docente frente a grupo, quiero señalar que antes de llevar a cabo la secuencia didáctica daba poca oportunidad a que los estudiantes elaboraran explicaciones o inclusive prestaba poca atención a las ideas e inquietudes de mis estudiantes, tenía la noción de que los estudiantes debían aprender lo que se les enseñaba en el salón de clases, sin considerar si el tema podría ser relevante o no en su vida.

Pienso que es necesario modificar algunos aspectos de mi labor docente, sobre todo si lo que busco es que los alumnos elaboren explicaciones escolares. Es indispensable acompañar a mis estudiantes en el proceso de construcción de las mismas, desarrollando actividades donde los estudiantes

puedan contrastar sus diferentes maneras de ver, de pensar, de hablar y de interpretar el tema, conllevando a la comprensión, a la reformulación y a cambios en su conocimiento y su lenguaje y así avanzar en nuevos conceptos y significados.

Para lograr que los estudiantes puedan construir explicaciones escolares es necesario que como docente muestre interés hacia la ciencia y ver el proceso de enseñanza desde un nuevo escenario en el que se pueda crear un ambiente de participación en el alumnado que permita la realización de explicaciones, fomentando dentro de las aulas nuevas formas de hablar sobre temas científicos y así mejorar diversos procesos de enseñanza-aprendizaje.

Considero que la propuesta de trabajar el tema de los cambios físicos en la pubertad a través una secuencia didáctica puede convertirse en una alternativa pertinente. A partir de esta secuencia, otros docentes podrían abordar este contenido curricular en las clases de ciencia, permitiendo que el alumno sea un agente activo, capaz de desarrollar un razonamiento crítico frente a situaciones que forman parte de su contexto y responsable de su propio aprendizaje. Esto fomentará lograr una comprensión más amplia de diferentes fenómenos y a su vez acceder a conocimientos científicos que pueda aplicar en su vida diaria y que le ayuden entender situaciones que ocurren el mundo.

Finalmente, considero que la enseñanza de temas en Biología centrados en la elaboración de explicaciones puede potencializar la participación de los estudiantes y contribuye con su formación ciudadana acercándolos a la ciencia, de tal forma que se sientan con la confianza y disposición de participar en otros temas en los que, a través del proceso explicativo, puedan argumentar su punto de vista.

Referencias Bibliográficas

- Alcalá, E. (2000). Las explicaciones metalingüísticas a los niños preescolares y escolares. *Revista del Centro de Ciencias del Lenguaje*. 22, 31-52.
- Arcá, M., Guidoni, P. y Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar, reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Paidós.
- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid España: Akal ediciones.
- Bohórquez, L. (2012). Explorando condiciones para complejizar las explicaciones de los estudiantes sobre el funcionamiento de su cuerpo (tesis de grado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Bunge, M. (1988). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Candela, M. (1997). *La necesidad de entender, explicar y argumentar: Los alumnos de primaria en la actividad experimental* (tesis de maestría). CINVESTAV, México.
- Candela, M. (1999). Prácticas discursivas en el aula y calidad educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4 (8), 273 -298.
- Candela, M. (2001). *Como se aprende y se puede enseñar ciencias naturales. La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria*. Lecturas: Subsecretaría de educación básica y normal.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: Implicaciones para la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciencia y Educación*. 7 (1), 85 -94.
- Eder, M. (2005). La explicación en la enseñanza y en las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII congreso.
- Eder, M., y Adúriz-Bravo A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológica y didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 4 (2), 101-133.

- Gilbert, J., Boulter, C., y Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses. *International Journal of Science Education*. 20 (1), 83-97.
- Gómez, A., Sanmartí, N y Pujol, R. (2005). Construcción de explicaciones causales en la escuela primaria: Los seres vivos en interacción con el medio. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra. VII congreso.
- Gómez, A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista educación y pedagogía*. 18 (45),73-83.
- Gómez, A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias*. 31 (1),11-28.
- Güemes, M., Ceñal, M., y Hidalgo, M. (2017). Pubertad y Adolescencia. *Adolescere Revista de Formación Continuada de la Sociedad Española de Medicina de la Adolescencia*. V (1), 7-22.
- Hempel, C. (1965). *La explicación científica estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Barcelona, España: Paidós.
- Iglesias, J. (2013). Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría Integral*, XVII (2), 88-93.
- Juárez, D., Quevedo, M., Reséndiz, A & López, P. (2013). Mecanismos neuroendocrinos al inicio de la pubertad. *Revista Mexicana de Pediatría*. 80 (6), 240-246.
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, España: Graó.
- Maturana, H. (1995). *La realidad: ¿objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad*. Barcelona, España: Anthropos.
- Maturana, H. (1997). *La objetividad un argumento para obligar*. Chile: Dolmen Editores.
- Mayr, E. (1998). *Así es la biología*. Madrid: Editorial Debate.
- Nagel, E. (1962). The structure of science: Problems in the logic of scientific explanation. *The journal of Philosophy*. 59 (8), 216-223.

- Niño, N., y Pedraza, N. (2015). *Construcción de explicaciones en clase de ciencias: la experiencia en el humedal el burro*. (tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Norris, S., Guilbert, S., Smith, M., Hakimelahi, S. y Phillips, L. (2005). A Theoretical Framework for Narrative Explanation in Science. *Sci. Ed.*, (89), 535-563.
- Ogborn, J., Kress, Gunther., Martins, I., y McGillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Great Britain: Open University Press.
- Parra, Y., Pinzón, V., y Villalba, E. (2013). *Construcción de explicaciones a través del estudio de condiciones de vida de peces de acuario* (tesis de grado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Quintanilla, M. (2006). La ciencia en la escuela: Un saber fascinante para aprender a leer el mundo. *Pensamiento Educativo*. 39 (2), 177-204.
- Sanmartí, N. (1997). *Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones*. Recuperado de <http://www.guiasensenanzasmedias.es/verpdf.asp?area=natura&archivoGR104.PDF> Consultado:10 diciembre de 2018.
- Solsana, N., y Izquierdo, M. (2003). El uso de la explicación en una receta de cocina científica. *Investigación en la escuela*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=498254> Consultado: 07 diciembre de 2018.
- Verdugo, C. (2005). Popper y la explicación científica. *Revista de filosofía*. 30 (1), 49-61.

Anexo 1

Anexo 1. Esquema de la secuencia didáctica implementada

Tema: Aparición de los caracteres sexuales secundarios y su relación con algunas hormonas.

Destinatarios: Estudiantes de primero de secundaria.

Materia: Ciencias I, énfasis en Biología.

Temporalidad: 7 sesiones de 100 minutos cada una.

Problema didáctico: Dotar de relevancia personal el estudio de los caracteres sexuales secundarios que aparecen durante la pubertad y que se explican mediante el funcionamiento de algunas hormonas.

Metas: Que los alumnos al finalizar la secuencia didáctica puedan entender el funcionamiento de las hormonas sexuales y su relación con los cambios biológicos que aparecen en la pubertad.

A continuación, se describen las actividades de cada fase y se señalan en color gris claro las seis actividades seleccionadas para fines de análisis.

| Fase: Exploración | | |
|--|--------------------------|---|
| Fecha: 29 de abril | | |
| Aprendizajes esperados: Que los alumnos expresen sus ideas iniciales respecto a los caracteres sexuales secundarios y la aparición de estos por efecto de las hormonas. | | |
| | Tiempo aproximado | Descripción de las actividades |
| Actividad 1 Individual | 25 minutos | Proporcionar a los estudiantes de manera individual una silueta impresa de un hombre y una mujer y pedirles que anoten los cambios que ocurren en la pubertad. Posteriormente los alumnos pasarán a comentar lo que anotaron. |
| Actividad 2 Individual | 25 minutos | Proyectar el inicio del video, Body story: sueños adolescentes (de 0:00 a 2:30 minutos). Después de ello, pedir a los alumnos que elaboren una explicación escrita, acerca de qué factor o mecanismos consideran que se |

| | | |
|---------------------------|------------|---|
| | | activan para dar lugar a los cambios que aparecen en la pubertad. |
| Actividad 3 Individual | 30 minutos | Proporcionar a los estudiantes una situación hipotética en la que a cuatro amigos de 13 años les están apareciendo barros y espinillas en el rostro. Cada uno de los personajes menciona por qué creen que aparecen. Con base en esta situación se les preguntará a los estudiantes quién de los cuatro amigos consideran que tiene la razón y por qué. |
| Actividad 4 Equipo | 20 minutos | Formar equipos de trabajo y pedir que elaboren cinco preguntas de lo que les gustaría conocer sobre los cambios que experimentan hombres y mujeres al llegar a la adolescencia. |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| Fase: Introducción | | |
| Fecha: 06 de mayo | | |
| Aprendizajes esperados: Los estudiantes reconocen que en la etapa de la pubertad hombres y mujeres experimentan cambios tarde o temprano, y relacionan que para que estos cambios se presenten deben existir factores que influyen en la puesta en marcha de este mecanismo biológico que los lleve a experimentar los cambios que los hacen pasar de la etapa de la niñez a la pubertad y posteriormente a la adolescencia. | | |
| | Tiempo aproximado | Descripción de las actividades |
| Actividad 1 Individual | 20 minutos | Plantear a los estudiantes una situación hipotética de manera impresa, acerca de dos adolescentes, una chica de 16 años y el chico 17 años. En ambos casos no han aparecido los caracteres sexuales secundarios. A partir de esta situación se pedirá a los estudiantes que escriban una explicación con fundamentos biológicos sobre cuáles consideran que son las causas o factores a los que se debe el retraso o ausencia de cambios en las situaciones presentadas y qué puede ocurrir si los cambios no se presentan. |
| Actividad 2 | 15 minutos | Exposición de la docente sobre el funcionamiento de las hormonas sexuales. |

| | | |
|---|-------------|--|
| Actividad 3 Individual | 15 minutos | Proporcionar a los estudiantes de manera impresa la historia de una persona que quiere realizar una fiesta como analogía de las funciones de la hipófisis. A partir de la lectura el alumno contestara las siguientes preguntas: ¿Quién es el organizador de la fiesta? ¿Quién es el mensajero? ¿Cuál es el mensaje? ¿Quiénes son los ejecutores? ¿Cuál es la acción a realizar? |
| Actividad 4 Equipo | 50 minutos | Trabajar una analogía entre docente y estudiantes, relacionando la historia de la fiesta con el funcionamiento de las hormonas sexuales. *Al final de la actividad, formar cuatro equipos y repartir los siguientes temas de exposición: *¿Qué consecuencias acarrea si las hormonas sexuales no se activan? * ¿Qué importancia tiene la activación y funcionamiento de la hipófisis *¿Cuáles son las principales funciones de las hormonas sexuales masculinas, porqué es importante que se activen? *¿Cuál es la importancia de las hormonas sexuales femeninas, qué utilidad tiene en la mujer que estas se activen? |
| Fase: Introducción Fecha: 13 de mayo | | |
| Actividad 5 Equipo | 100 minutos | Exposición de los equipos |

| | | |
|---|--------------------------|--|
| Fase: Estructuración del conocimiento Fecha: 20 de mayo | | |
| Aprendizajes esperados: Los alumnos reflexionan y son capaces de representar, identificar y explicar el funcionamiento de las hormonas sexuales. | | |
| | Tiempo aproximado | Descripción de las actividades |
| Actividad 1 Individual | 50 minutos | De manera individual los alumnos presentarán un mapa mental, donde explicarán el funcionamiento de las hormonas sexuales y cómo estas dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios que aparecen en hombres y mujeres. |

| | | |
|--|--------------|--|
| Actividad 2 Equipo | 50 minutos | Colocar en el pizarrón diversas palabras que se relacionan con el tema de la secuencia didáctica, se dibujará en él un cuadro, que a su vez se subdividirá en tres columnas y cuatro filas en donde se pegarán doce tarjetas que contienen preguntas (una pregunta por cada cuadro), cada pregunta tiene un valor diferente. Posteriormente se formarán tres equipos y un integrante de cada equipo pasará y seleccionará una pregunta del cuadro y con ayuda de los miembros de su equipo seleccionarán la respuesta que consideren es la correcta dentro de las palabras que se encuentran pegadas en el pizarrón. |
| Fase: Estructuración del conocimiento Fecha: 27 de mayo | | |
| Actividad 3 Equipo | 100 minutos. | Elaboración y exposición por equipo de una maqueta para explicar el funcionamiento de las hormonas sexuales y su relación con la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Los alumnos realizarán una explicación escrita y además presentarán y explicarán los elementos que incorporaron en la maqueta al resto de sus compañeros. Formar cuatro equipos, dos equipos explicarán el funcionamiento de las hormonas sexuales femeninas y dos equipos el de las hormonas masculinas. |

| | | |
|--|--------------------------|--|
| Fase: Aplicación y generalización Fecha: 10 de junio | | |
| Aprendizajes esperados: Los estudiantes elaboran explicaciones con sustento científico sobre la acción y efecto de las hormonas sexuales. | | |
| | Tiempo aproximado | Descripción de las actividades |
| Actividad 1 Individual | 100 minutos | Proporcionar a los estudiantes de manera individual e impresa una situación hipotética, en donde desarrollen un aprendizaje basado en problemas y puedan dar solución al problema que se les presenta. El problema es el siguiente: Mario tiene 15 años, y cotidianamente es víctima de bullying, ya que le dicen que habla como niña, su papá le dice |

| | | |
|--|------------|---|
| | | <p>constantemente que nunca se convertirá en un verdadero hombre, ya que él a esa edad ya era un chico alto, con barba y tenía una voz varonil. Esta situación ha generado conflictos personales en Mario, ya que se pregunta porqué aún no se ha desarrollado.</p> <p>Alondra por su parte está preocupada, porque su mamá le dijo que si a los 12 años no menstruaba nunca se convertiría en mujer y no crecería. Considera que alondra aún tiene 10 años.</p> <p>Pedir a los alumnos que a partir de las situaciones expuestas elaboren una explicación escrita desde el punto de vista científico-biológico, respecto a cómo ayudarían a Mario y Alondra a comprender la situación en la que se encuentran.</p> |
| <p>Fase: Aplicación y generalización</p> <p>Fecha: 24 de junio</p> | | |
| Actividad 2 Individual | 35 minutos | Entregar a los estudiantes el texto donde respondieron la pregunta planteada en la actividad 2 de la fase de exploración, y regresar el escrito de la actividad 1 de la fase de aplicación y pedir a los estudiantes que realicen una reflexión acerca de lo que sabían al iniciar el estudio del tema y lo que saben al final, leyendo la primera actividad y comparándola con la última, identificando los avances que ellos consideran tuvieron en cuanto a la comprensión del tema, y lo escriban en un nuevo documento. |
| Actividad 3 Equipo | 35 minutos | Formar tres equipos, dos de cuatro integrantes y uno de tres y de manera conjunta pedir que hagan un análisis y reflexión por equipo discutiendo los avances que consideran obtuvieron comparando la actividad 2 de la fase de exploración con la actividad 1 de la fase de aplicación, Posteriormente pedir a los equipos que redacten sus conclusiones y las pasen a comentar al resto del grupo. |
| Actividad 4 Individual | 30 minutos | Aplicar un cuestionario de manera individual con ocho preguntas abiertas. |